

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACIÓN INTERNACIONAL
(UCI)

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE
ENERGÍA SOLAR Y SISTEMAS CON TECNOLOGÍA BIOFLOC EN ESTANQUES
PISCÍCOLAS

PAULA ANDREA VARGAS ARÁMBULA

PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN PRESENTADO COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS

San José, Costa Rica

Mayo 2022

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACIÓN INTERNACIONAL
(UCI)

Este Proyecto Final de Graduación fue aprobado por la Universidad como
requisito parcial para optar al grado de Maestría en Administración de Proyectos

RÓGER VALVERDE
TUTOR

JORGE GARZÓN
LECTOR No.1

NOMBRE DEL PROFESOR
LECTOR No.2

PAULA ANDREA VARGAS ARÁMBULA
SUSTENTANTE

DEDICATORIA

Este trabajo es dedicado a todas aquellas personas que luchan por proteger la naturaleza y buscan concientizar mediante diferentes acciones en su día a día.

AGRADECIMIENTOS

A la Organización de Estados Americanos (OEA) por brindarme la oportunidad de continuar mi formación profesional.

A mi tutor por el tiempo dedicado y los conocimientos brindados.

A mi madre y amigos por apoyarme en este proceso.

ABSTRACT

El presente documento tiene como objetivo desarrollar una guía metodológica para la gestión de proyectos de energía solar y sistemas con tecnología biofloc en estanques piscícolas para disminuir el costo energético y optimizar el consumo de agua dulce, debido a que la región en la cual se encuentra el proyecto piscícola de estudio presenta escasez de recursos hídricos en la temporada seca del año, causada por el fenómeno climático El Niño. Además, respecto al servicio de energía eléctrica, el proyecto se ha visto impactado por su elevado costo y por las constantes fluctuaciones de voltaje que se presentan.

El producto final consiste en la redacción de la guía metodológica para la gestión de proyectos de energía solar y sistemas biofloc en estanques piscícolas, en donde se contemplen los hallazgos de la investigación, empleando una metodología analítica-sintética con enfoque cualitativo y cuantitativo.

ABSTRACT

The objective of this document is to develop a methodological guide for the management of solar energy and biofloc technology system projects in fish farming to reduce energy costs and optimize water consumption, due to the fact that the location of the pisciculture project of study presents scarcity of water in the dry season of the year, caused by the El Niño phenomenon. In addition, regarding the electrical energy service, the project has been impacted by its high costs and by the constant voltage fluctuations.

The final product consists on the drafting of the guide for the management of solar energy and biofloc technology system projects in fish farming, where the research findings are contemplated, using an analytical-synthetic method with a qualitative and quantitative approach.

CONTENIDO

DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTOS	4
ABSTRACT	5
CONTENIDO	6
LISTA DE TABLAS	12
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS Y ABREVIACIONES.....	14
RESUMEN EJECUTIVO	15
1 INTRODUCCIÓN.....	16
1.1. Antecedentes	16
1.2. Problemática.....	21
1.3. Justificación del proyecto.....	22
1.4. Objetivo general	24
1.5. Objetivos específicos	25
2 MARCO TEÓRICO	27
2.1 Marco institucional.....	27
2.1.1 Antecedentes de la institución.....	27
2.1.2 Misión y visión.....	29

2.1.3	Estructura organizativa	30
2.1.4	Productos que ofrece.....	31
2.2	Teoría de Administración de Proyectos	33
2.2.1	Proyecto	34
2.2.2	Administración de Proyectos	35
2.2.3	Ciclo de vida de un proyecto.....	37
2.2.4	Procesos en la Administración de Proyectos	42
2.2.5	Áreas del conocimiento de la Administración de Proyectos.....	44
2.3	Otra teoría propia del tema de interés	51
2.3.1	Situación actual del problema u oportunidad objeto de la investigación 51	
2.3.2	Investigaciones que se han hecho sobre la temática del proyecto	53
3	MARCO METODOLÓGICO	59
3.1	Fuentes de información	59
3.1.1	Fuentes primarias	61
3.1.2	Fuentes secundarias.....	61
3.2	Métodos de Investigación	63
3.2.1	Método analítico-sintético.....	64
3.2.2	Método cuantitativo	65
3.2.3	Método cualitativo	65
3.3	Herramientas	67

3.4	Supuestos y restricciones	69
3.5	Entregables.....	71
4	DESARROLLO.....	73
4.1	Plan de Gestión del Proyecto	73
4.1.1	Acta de Constitución del Proyecto.....	73
4.1.2	Plan de Gestión del Alcance	76
4.1.3	Plan de Gestión del Cronograma	86
4.1.4	Plan de Gestión de Costos.....	95
4.1.5	Plan de Gestión de Calidad	99
4.1.6	Plan de Gestión de Recursos.....	105
4.1.7	Plan de Gestión de Riesgos.....	110
4.1.8	Plan de Gestión de Comunicaciones.....	120
4.1.9	Plan de Gestión de Interesados	124
4.2	Comparación de los Sistemas.....	129
4.2.1	Descripción de los Sistemas Actuales Usados en los Estanques Piscícolas	129
4.2.2	Descripción de los Sistemas Propuestos	132
4.2.3	Análisis FODA.....	143
4.3	Definición de los requisitos técnicos y del marco legal para la implementación de los sistemas propuestos.....	146
4.3.1	Requisitos para la implementación de energía solar fotovoltaica.....	146

4.3.2	Requisitos para la implementación de los sistemas con tecnología biofloc	159
5	CONCLUSIONES.....	168
6	RECOMENDACIONES	171
	Lista de Referencias	173
	Anexos	182
	Anexo 1: ACTA (CHÁRTER) DEL PFG.....	182
	Anexo 2: EDT DEL PFG	195
	Anexo 3: CRONOGRAMA DEL PFG	196
	Anexo 4: Propuesta Metodológica para la Gestión de Proyectos de Energía Solar y Sistemas con Tecnología Biofloc en Estanques Piscícolas.....	197

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 <i>Entidades y organizaciones que se relacionan con la acuicultura en Colombia</i>	17
Figura 2 <i>Producción nacional de acuicultura</i>	19
Figura 3 <i>Estructura Organizativa</i>	31
Figura 4 <i>Estructura de portafolios, programas y proyectos</i>	35
Figura 5 <i>Ciclos de Vida de Distintos Proyectos</i>	37
Figura 6 <i>Ejemplo Ciclo de Vida Predictivo</i>	39
Figura 7 <i>Ejemplo Ciclo de Vida Incremental</i>	40
Figura 8 <i>Ejemplo Ciclo de Vida Adaptativo</i>	41
Figura 9 <i>Ejemplo de Interacción entre los Grupos de Procesos dentro de un Proyecto o Fase</i>	43
Figura 10 <i>Tipos de fuentes de información</i>	60
Figura 11 <i>Estructura de desglose de trabajo</i>	81
Figura 12 <i>Desarrollo del cronograma</i>	94
Figura 13 <i>Organigrama del proyecto</i>	105
Figura 14 <i>Escala de probabilidad</i>	113
Figura 15. <i>Escala de impacto</i>	113
Figura 16 <i>Evaluación del impacto de un riesgo en los objetivos principales del proyecto</i>	113
Figura 17 <i>Matriz Probabilidad x Impacto</i>	114
Figura 18 <i>Escala de calificación del riesgo general del proyecto</i>	114

Figura 19 <i>Mapeo de interesados</i>	128
Figura 20 <i>Evolución del consumo energético del proyecto piscícola</i>	131
Figura 21 <i>Tipos de paneles solares</i>	134
Figura 22 <i>Componentes de la instalación solar fotovoltaica</i>	136
Figura 23 <i>Número de proyectos certificados en fuentes no convencionales de energía por año</i>	138
Figura 24 <i>Porcentaje de costos asociados a la producción en un sistema BTF</i>	141
Figura 25 <i>Fines y propósitos Ley 1715 de 2014</i>	156

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 <i>Correspondencia entre grupos de procesos y áreas de conocimiento de la Dirección de Proyectos</i>	48
Tabla 2 <i>Fuentes de información utilizadas</i>	62
Tabla 3 <i>Métodos de investigación utilizados</i>	66
Tabla 4 <i>Herramientas utilizadas</i>	68
Tabla 5 <i>Supuestos y restricciones</i>	70
Tabla 6 <i>Entregables</i>	72
Tabla 7 <i>Acta de constitución del proyecto</i>	73
Tabla 8 <i>Matriz de trazabilidad de requisitos</i>	78
Tabla 9 <i>Enunciado del alcance del proyecto</i>	79
Tabla 10 <i>Diccionario de la EDT</i>	82
Tabla 11 <i>Definición de las actividades</i>	87
Tabla 12 <i>Secuenciación de las actividades</i>	89
Tabla 13 <i>Estimación de la duración de las actividades</i>	91
Tabla 14 <i>Plan de gestión de costos</i>	95
Tabla 15 <i>Presupuesto del proyecto</i>	96
Tabla 16 <i>Indicadores para el análisis de variación</i>	98
Tabla 17 <i>Roles y responsabilidades de calidad</i>	99
Tabla 18 <i>Métricas de calidad</i>	102
Tabla 19 <i>Actividades de Gestión y Control de la Calidad</i>	103
Tabla 20 <i>Formato de acta de entrega</i>	104

Tabla 21 <i>Roles y responsabilidades del proyecto</i>	106
Tabla 22 <i>Matriz de asignación de responsabilidades</i>	108
Tabla 23 <i>Herramientas y técnicas para el desarrollo del equipo</i>	109
Tabla 24 <i>Estructura de desglose de riesgos</i>	111
Tabla 25 <i>Plantilla del registro de riesgos del proyecto</i>	112
Tabla 26 <i>Registro de riesgos del proyecto (priorización)</i>	115
Tabla 27 <i>Matriz de respuesta a los riesgos</i>	118
Tabla 28 <i>Matriz de comunicaciones</i>	122
Tabla 29 <i>Identificación de interesados</i>	124
Tabla 30 <i>Clasificación de la estrategia</i>	125
Tabla 31 <i>Matriz poder-interés</i>	126
Tabla 32 <i>Análisis FODA sistema solar fotovoltaico</i>	143
Tabla 33 <i>Análisis FODA sistema biofloc</i>	145
Tabla 34 <i>Tabla de referencia para la estimación del consumo energético diario</i> .	147
Tabla 35 <i>Normas Técnicas Colombianas para instalaciones solares fotovoltaicas</i>	157
Tabla 36 <i>Resoluciones y decretos sobre energía solar fotovoltaica</i>	159
Tabla 37 <i>Tabla para medición de los parámetros</i>	161
Tabla 38 <i>Valores ideales de los parámetros en el BTF para un cultivo de tilapia</i>	163
Tabla 39 <i>Marco legal para la producción acuícola en Colombia</i>	164

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS Y ABREVIACIONES

Acuanal	Asociación Nacional de Acuicultores de Colombia
ANLA	Autoridad Nacional de Licencias Ambientales
AREL	Agricultor de recursos limitados
AUNAP	Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca
BTF	Tecnología Biofloc
CAR	Corporación Autónoma Regional
CREG	Comisión de Regulación de Energía y Gas
COP	Peso colombiano
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
EDT	Estructura de desglose de trabajo
FAO	Food and Agriculture Organization (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura)
Fedeacua	Federación Colombiana de Acuicultores
FODA	Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas
IDEAM	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
Mas Social	Corporación Educativa Mas Social ESAL
ESAL	
PFG	Proyecto final de graduación
PMBOK	Project Management Body of Knowledge (Cuerpo de conocimiento de administración de proyectos)
PMI	Project Management Institute (Instituto de Administración de Proyectos)
RBS	Estructura de desglose de riesgos
USD	Dólar estadounidense
UPME	Unidad de Planeación Minero Energética

RESUMEN EJECUTIVO

La piscicultura en Colombia ha venido creciendo a lo largo de los años, tanto en producción como en consumo per cápita, impactando en la economía local de las regiones en las cuales se desarrolla. Hoy en día, las entidades gubernamentales encargadas del sector rural quieren promover su desarrollo, es por ello que la Agencia de Desarrollo Rural desarrolló un programa denominado Proyectos Integrales de Desarrollo Agropecuario y Rural – PIDAR, el cual busca financiar y apoyar proyectos relacionados con el sector rural, como producción agrícola, pecuaria, acuícola y/o pesquera u otras actividades productivas o comerciales relacionadas con este sector. Gracias a este programa nació el proyecto piscícola objeto de estudio hace aproximadamente un año, el cual se encuentra ubicado en la zona rural del municipio de Tena, Cundinamarca.

Esta región en la temporada seca del año se ve afectada frente a la escasez del recurso hídrico, impactando al proyecto piscícola, pues para mantener una buena productividad, este recurso es indispensable. Por otra parte, el servicio público de energía eléctrica presenta fluctuaciones de voltaje generando bajones de energía y cortes del servicio, lo cual afecta directamente los niveles de oxígeno disuelto en el agua y como consecuencia el desarrollo de los peces se ve impactado negativamente, además, su costo se ha incrementado desde el inicio del proyecto debido a la alta demanda de consumo energético de los equipos para oxigenar los tanques, así como el aumento generalizado del costo de la energía eléctrica en Colombia, la cual aumentó según el DANE un 9.2% en el año 2021. Debido a las condiciones presentadas anteriormente, se pretende plantear una guía que permita presentar una solución y un modo de producción más sostenible para el proyecto piscícola objeto de estudio.

El objetivo general de este proyecto fue desarrollar una guía metodológica para la gestión de proyectos de energía solar y sistemas con tecnología biofloc en estanques piscícolas para disminuir el costo energético y optimizar el consumo de agua dulce. Los objetivos específicos fueron: Desarrollar el plan de gestión de proyecto para guiar el desarrollo y la supervisión del trabajo, comparar los sistemas convencionales usados actualmente en los estanques piscícolas objeto de estudio con los sistemas propuestos para conocer los beneficios y desventajas que se pueden encontrar, identificar los requisitos para la implementación de la energía solar y la tecnología de sistemas biofloc en los estanques piscícolas de estudio para determinar los elementos que se deben tener en cuenta en la estandarización, redactar la guía para que sea un instrumento práctico que contemple los hallazgos de la investigación.

La metodología empleada en la presente investigación fue de tipo analítico-sintético con un enfoque cualitativo y cuantitativo, mediante las cuales se realizó el análisis y selección de la información pertinente para el desarrollo de esta investigación. Además, estas fueron abordadas mediante técnicas y herramientas asociadas con las buenas prácticas de administración de proyectos presentadas en la Guía del PMBOK®, tales como juicio de expertos, recopilación de datos, estudios comparativos, entrevistas, reuniones, análisis de documentos y observación.

1 INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

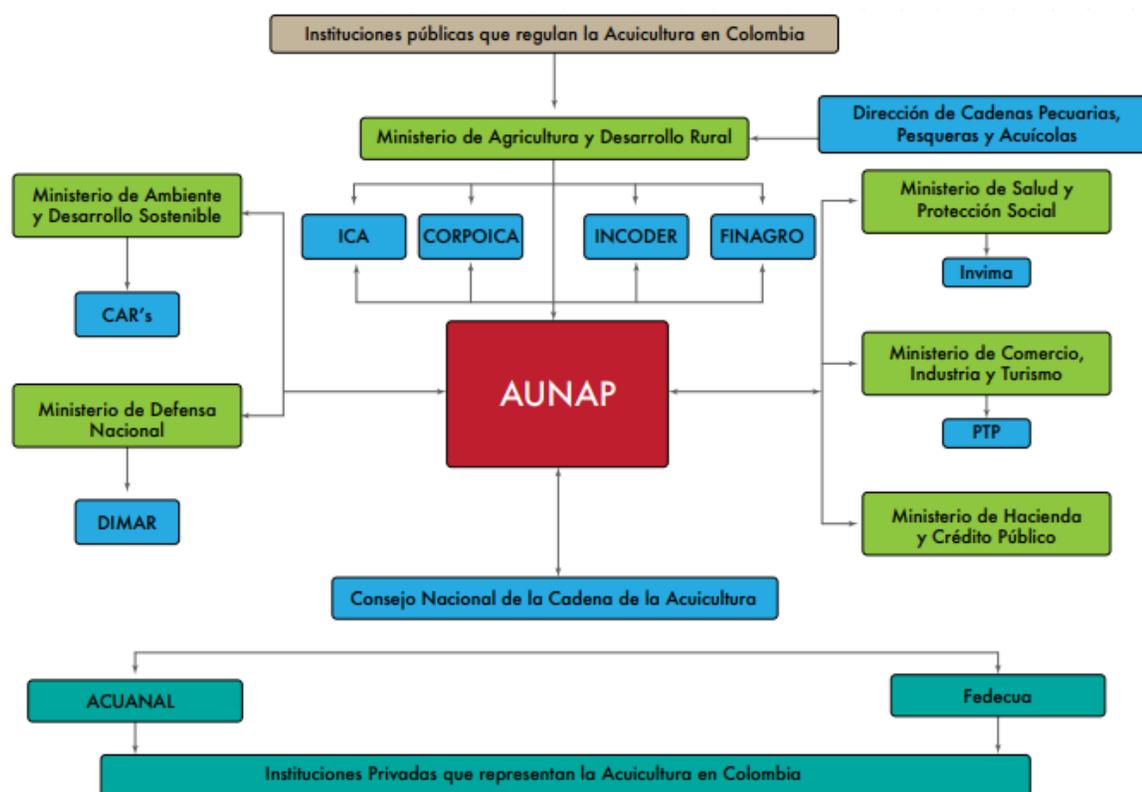
Según AUNAP y FAO (2014), la historia de la institucionalización de la acuicultura en Colombia data del año 1968, con la creación del Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente – Inderena, el cual ejercía funciones de autoridad ambiental y pesquera. Posteriormente, y a lo largo de los años, debido a nuevas leyes y a la necesidad de apoyar y fortalecer este sector agropecuario, las funciones se han transferido en varias ocasiones a diferentes instituciones del Estado. Actualmente y desde el 2011, la entidad encargada de este sector es la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca – AUNAP, la cual es una entidad descentralizada de la Rama Ejecutiva del orden nacional y está adscrita al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

Hoy en día Colombia cuenta con una amplia red de entidades e instituciones que cumplen un rol y dan soporte al sector de la acuicultura. Estas instituciones son en su mayoría públicas, las cuales tienen diferentes regulaciones para el crecimiento y desarrollo sostenible de este sector. Además, cabe destacar que las organizaciones privadas son “fundamentalmente de carácter gremial, existiendo varias de carácter regional y dos de carácter nacional (Fedeaqua, que agrupa los piscicultores y Acuanal, que agrupa a los camaroneros); también existen unas pocas organizaciones que agrupan a pequeños productores AREL para desarrollar actividades productivas o comerciales de manera conjunta, las cuales se constituyen generalmente con el fin de acceder a recursos del

gobierno” (AUNAP y FAO, p. 17, 2014). A continuación, en la Figura 1 se presentan las entidades y organizaciones relacionadas con la acuicultura en Colombia.

Figura 1

Entidades y organizaciones que se relacionan con la acuicultura en Colombia



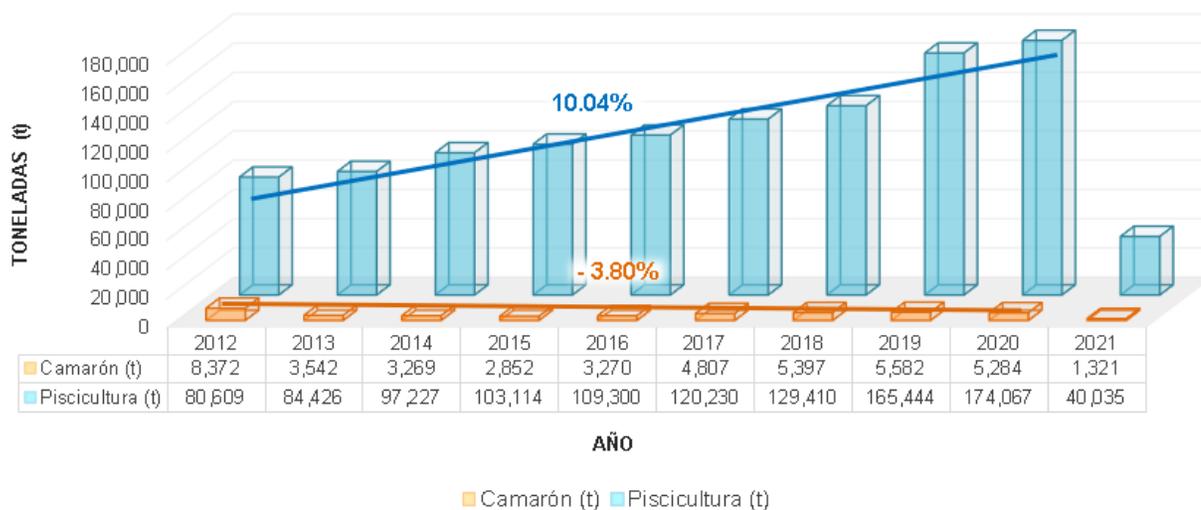
Nota. Adaptado del Plan Nacional para el Desarrollo Sostenible de la Acuicultura en Colombia (p. 17), AUNAP y FAO, 2014.

Por otra parte, en términos económicos, según la AUNAP y FAO (2013), entre los años 1990 y 2000 Colombia era un exportador neto, lo que significa que el volumen de exportaciones superaban al de importaciones, pero posteriormente, la tendencia de importaciones empezó a crecer rápidamente y para el año 2007 las importaciones superaron

en volumen a las exportaciones debido a los precios competitivos de los productos pesqueros de origen asiático y a la revaluación del peso colombiano que mejoró la competitividad de las importaciones en ese entonces.

Actualmente, la producción de pescado en Colombia no alcanza a suplir las necesidades de consumo de la población, razón por la cual este producto debe ser importado, alcanzando un valor aproximado del 40% del pescado consumido, según datos suministrados por Treid (2020). Por otra parte, en el caso de las exportaciones, en algunos casos el país presenta déficit, por lo cual la AUNAP junto con el Instituto Humboldt y algunas universidades se encuentran trabajando en una investigación para mejorar la producción piscícola interna y de esta manera poder nivelar el déficit actual de importaciones y exportaciones. (Treid, 2020)

Ahora bien, pese a la disminución de exportaciones y la gran competencia frente al sector piscícola, este sector ha continuado su crecimiento a lo largo de los años, lo cual se puede evidenciar en datos suministrados por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2021), en donde la producción nacional de la piscicultura ha crecido un 10.04% promedio anual entre los años 2012 a 2020 como se puede observar en la Figura 2; cabe resaltar que los datos del año 2021 presentados en la gráfica son menores dado que la información se tomó en el mes de marzo, por lo cual no representa la totalidad de producción de ese año. Además, esta entidad estatal también muestra que el consumo per cápita del subsector pecuario de la pesca y la acuicultura del año 2020 incrementó en un punto con respecto al año 2019, quedando con un valor de 8.8 kg/persona/año.

Figura 2*Producción nacional de acuicultura*

Nota: Adaptado de Acuicultura en Colombia – Cadena de la Acuicultura (p. 10), Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2021.

Por su parte, el proyecto piscícola objeto de estudio de esta investigación hace parte de la Corporación Educativa Mas Social ESAL, la cual está orientada al desarrollo integral del ser humano y a generar impacto en las comunidades con las cuales trabaja desde el aspecto medioambiental y de desarrollo social. La Corporación hoy en día tiene una sede ubicada en la ciudad de Medellín, en donde realiza talleres artísticos para niños, además de esto, presta una gran variedad de servicios en diferentes regiones del país como capacitación en diversas áreas, consultoría e interventoría, gestión de proyectos, gestión ambiental y educación ambiental para la comunidad en general.

Con respecto al proyecto piscícola, se encuentra ubicado en la vereda Escalante de la región rural de Tena del Departamento de Cundinamarca. Nace a partir de un programa lanzado por la Agencia de Desarrollo Rural en el año 2020 denominado Proyectos Integrales de Desarrollo Agropecuario y Rural - PIDAR, el cual financiaría entre el 70% y el 80% del presupuesto de los proyectos presentados y aprobados, cabe aclarar que los proyectos propuestos debían estar enfocados en actividades de producción agrícola, pecuaria, acuícola, forestal u otra actividad productiva o comercial relacionada con el sector rural, y así mismo, debían ser presentados por alguna organización comunitaria, productiva o de representación (Agencia de Desarrollo Rural, s.f.). Es por ello que varios habitantes de la vereda por medio de la Junta de Acción Comunal se postularon para implementar estanques piscícolas caseros, y quedaron seleccionados para seguir con el debido proceso, pero, a causa de la pandemia, el programa quedó pausado temporalmente, ocasionando que la mayoría de los interesados de la vereda se retiraran. Sin embargo, los habitantes que tenían la capacidad financiera para asumir la inversión del proyecto continuaron con su implementación y desarrollo. Entre los proyectos que continuaron se encuentra el que es objeto de estudio, el cual hoy en día cuenta con cuatro estanques sumergidos y tres tanques zamorano en los cuales se cultiva tilapia y cachama principalmente. Durante el tiempo que se ha venido desarrollando este proyecto, se han presentado varias problemáticas que se describen en el siguiente apartado.

1.2. Problemática

Según Ortega *et. al* (2015), “la principal problemática ambiental de la acuicultura es el recurso hídrico, como elemento clave de la sostenibilidad productiva de la actividad, tanto en cantidad como en calidad” (p. 53). Además, menciona la vulnerabilidad que tiene Colombia frente a los fenómenos climáticos como El Niño, que afectan el régimen hídrico en todo el país generando escasez de agua.

Esto se menciona dado que la región en la cual se encuentra el proyecto no se encuentra exenta de esta problemática de escasez de agua en los periodos secos del año, además, según Doria (2019), en la vereda Escalante existen actividades de ganadería extensiva, que están impactando negativamente a la región debido a la ampliación de la barrera agropecuaria frente a las zonas forestales, ocasionando la deforestación y desprotección del suelo y de los recursos hídricos, lo cual impacta directamente el desarrollo del proyecto piscícola en cuestión, ya que, para mantener una buena productividad, es imprescindible utilizar el recurso hídrico para realizar los recambios de agua necesarios que requiere la piscicultura convencional y de esta manera evitar las altas concentraciones de materia orgánica, la disminución del oxígeno disuelto, cambios en el pH, nitrógeno y fósforo. Debido a que, en caso de que estos parámetros no se encuentren dentro de los límites permitidos, el cultivo de peces puede presentar una disminución en su actividad alimentaria, trayendo como consecuencia un crecimiento lento y baja producción y en el peor de los casos la muerte.

Por otra parte, a pesar de que la vereda cuenta con el servicio público de energía eléctrica, las otras problemáticas se relacionan con el costo y la prestación de este servicio.

Dado que según Blu Radio (2022), el DANE reporta que las tarifas de electricidad en Colombia aumentaron un 9.2% en el 2021, siendo este uno de los servicios que más presionó el costo de vida. Además, respecto a la prestación del servicio, este presenta constantes inconvenientes, ya que generalmente existen fluctuaciones de voltaje, por lo cual se presentan bajones de energía eléctrica y en ocasiones la suspensión total del servicio, lo cual no permite mantener una buena oxigenación generando bajos niveles de oxígeno disuelto en el agua. Este parámetro es uno de los más importantes en la piscicultura, ya que su concentración permite mitigar enfermedades, parásitos, muertes y mejora la recepción de los alimentos. Además, cuando hay bajos niveles de oxigenación, los peces reducen su actividad alimentaria para gastar su energía en la búsqueda de oxígeno y en caso de prolongados periodos de baja concentración, los peces se estresarán, lo cual puede provocar la muerte masiva. (Equipo Hanna, 2019)

1.3. Justificación del proyecto

Se propone elaborar una metodología para la gestión de proyectos de energía solar y sistemas con tecnología biofloc en estanques piscícolas, con el fin de presentar una solución a la problemática descrita anteriormente.

Según Ortega *et. al* (2015), la perspectiva para la acuicultura es que debe ir en dirección del desarrollo e implementación de tecnologías limpias en los próximos 20 años, para integrar el uso eficiente del agua en cantidad y calidad, asociado a los sistemas altamente productivos y amigables con el medioambiente. De esta manera destaca diferentes tecnologías que deberían desarrollarse e implementarse como el sistema biofloc,

también conocido como BTF, o los sistemas de recirculación de agua para el cultivo de especies tradicionales y nuevas que garanticen la sostenibilidad del sector frente al cambio climático.

Además, según Ariza y Mujica (2019), el BTF es una tecnología utilizada para el tratamiento del agua y la disminución o eliminación de recambios periódicos en los estanques, siendo esta tecnología una buena alternativa cuando se presenta escasez de recursos hídricos. Esta tecnología también busca amplificar la productividad natural, mejorar la viabilidad de cultivo mediante la nutrición, reducir los costos de alimentación y los problemas ambientales asociados con la descarga de los desechos de materia orgánica y exceso de nutrientes. Así mismo, destaca que el BTF, comparado con las tecnologías convencionales de tratamiento de aguas utilizadas en la acuicultura, es una alternativa más económica, dado que se disminuyen los gastos de tratamiento en un 30% aproximadamente.

Cabe resaltar que, según Hargreaves (2013), es fundamental proporcionar constante aireación u oxigenación, debido a la alta demanda de oxígeno requerida por el BTF y de esta manera mantener la concentración de este parámetro en niveles seguros. Por lo cual, es de suma importancia contar con un suministro de energía constante para poder implementar con seguridad el BTF y obtener una alta productividad en el sistema, razón por la cual se propone la implementación de energía solar.

Ahora bien, el Departamento de Cundinamarca, según el Atlas de Radiación Solar del IDEAM (s.f), tiene una radiación solar media diaria de 3.5-4.5 kWh/m², lo que muestra que la región tiene un gran potencial para implementar energía solar fotovoltaica. Esto se menciona, dado que, uno de los países líderes con mayor producción de energía solar con

un 8.6%, según López (2020), es Alemania y esta recibe aproximadamente entre un 20 % y un 30% menos de radiación solar con una media diaria de 2.8-3.3 kWh/m² (SOLARGIS, s.f.).

Por otra parte, se han encontrado varios testimonios de piscicultores de diferentes regiones que han implementado la energía solar en sus proyectos y destacan los beneficios que han obtenido al implementar este sistema. Un ejemplo de ello es el piscicultor José Luis Gutiérrez, de la Hacienda La Fortuna ubicada en el municipio de Puerto Viejo en el Departamento de Sucre en Colombia. Este piscicultor ha sido pionero en la implementación de energías renovables en este municipio y su proyecto hoy en día cuenta con ocho paneles solares que abastecen energía las 24 horas del día a los tanques, los cuales son capaces de suministrar la cantidad de oxígeno suficiente para 10.000 peces que habitan en dos tanques de doce metros de diámetro y así mismo, suministran energía para dos bombas que se encuentran en el fondo de los tanques para eliminar la materia orgánica producida. Además, destaca que, gracias a la implementación de los paneles solares, redujo un 90% de los costos del servicio público de energía por el cual pagaba un aproximado de 650.000 COP/mes antes de implementar el sistema, y una vez implementado, su costo se redujo a un aproximado de 50.000 COP/mes los cuales son generados por el consumo de energía de su vivienda. (La Finca de Hoy, 2020)

1.4. Objetivo general

El objetivo general del proyecto es desarrollar una guía metodológica para la gestión de proyectos de energía solar y sistemas con tecnología biofloc en estanques

piscícolas para disminuir el costo energético y optimizar el consumo de agua dulce. Con este objetivo se presenta el propósito del proyecto, el cual busca presentar una solución con un enfoque sostenible a las problemáticas identificadas y descritas anteriormente, relacionadas con el proyecto de estudio.

1.5. Objetivos específicos

Para cumplir con el objetivo general del proyecto, se plantean cuatro objetivos específicos que son:

1. Desarrollar el plan de gestión de proyecto para guiar el desarrollo y la supervisión del trabajo. Este objetivo se plantea con el fin de que la ejecución del proyecto sea exitosa, se desarrolle dentro de los tiempos especificados y cumpla con el alcance propuesto.

2. Comparar los sistemas convencionales usados actualmente en los estanques piscícolas objeto de estudio con los sistemas propuestos para conocer los beneficios y desventajas que se pueden encontrar. Este objetivo se plantea con el fin de dar a conocer la situación actual del proyecto de estudio y poder realizar la comparación frente a los sistemas propuestos teniendo en cuenta las investigaciones desarrolladas y de esta manera desarrollar el análisis FODA.

3. Identificar los requisitos para la implementación de la energía solar y la tecnología de sistemas biofloc en los estanques piscícolas de estudio para determinar los elementos que se deben tener en cuenta en la estandarización. Este objetivo se plantea

con el fin de realizar una investigación exhaustiva y poder recopilar tanto los requisitos técnicos como normativos legales para la implementación de los sistemas.

4. Redactar la guía para para que sea un instrumento práctico que contemple los hallazgos de la investigación. Este objetivo se plantea con el fin de consolidar la información recopilada en los anteriores objetivos y cumplir con el alcance del proyecto.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Marco institucional

2.1.1 Antecedentes de la institución

La Corporación Educativa Mas Social hoy en día forma parte de una Iniciativa denominada Grupo Empresarial Mass, donde su objeto social principal es la asesoría contable, tributaria y financiera, y la formación y capacitación empresarial.

Esta organización nace principalmente de la necesidad de brindar apoyo en diferentes proyectos de tipo social y ambiental con ayuda de diferentes universidades de la ciudad de Medellín. Por lo cual entre los años 2007 y 2008 se toma la decisión de crear una entidad sin ánimo de lucro con un grupo de profesionales con conocimientos en diferentes áreas como administración, medio ambiente y desarrollo social, con el fin de generar impacto en Medellín y en otras regiones de Colombia, apoyando procesos de planeación, medio ambiente, primera infancia y población desplazada como una primera línea de acción.

Posteriormente, entre los años 2015 y 2016 se fortalece el apoyo a los proyectos ambientales, sociales y de planeación en la ciudad de Medellín, dado que la ciudad se encontraba en una etapa de consolidación en las diferentes comunas a través de un proyecto denominado “Presupuesto Participativo”, el cual “es un escenario de participación democrática que le posibilita a la ciudadanía planear el desarrollo de cada una de las comunas y corregimientos de Medellín y tener incidencia sobre el 5% del presupuesto de libre inversión del municipio. Permite, además, generar acuerdos participativos sobre la

planeación del desarrollo local, definir las prioridades de inversión en cada comuna y corregimiento para contribuir a superar las problemáticas enunciadas en cada Plan de Desarrollo Local y fortalecer las relaciones entre la Administración Municipal y la ciudadanía.” (Alcaldía de Medellín, s.f.)

Inicialmente, esta organización es nombrada como Corporación Mas Social ESAL y posteriormente se reforma su razón social a Corporación Educativa Mas Socia ESAL y con ello, afianzar su objeto en procesos de formación y capacitación buscando desarrollar a través del arte las “competencias prácticas para la vida” en los niños y fortalecerlas en los adultos.

Actualmente, la Corporación Mas Social ESAL cuenta con una sede en la ciudad de Medellín denominada “Taller de Arte” donde se atienden en promedio 60 niños para brindar formación en procesos artísticos.

Además, en los años de accionar, la Corporación ha impactado alrededor de 1.200 familias en pobreza extrema, 130 familias desplazadas, 250 adultos y 560 niños mediante procesos de formación artística y apoyo en formación experiencial a más de 2.000 personas en Medellín y Cundinamarca.

En resumen, la Corporación Educativa Más Social “es una entidad privada sin ánimo de lucro que busca promover el desarrollo integral y sostenible de las comunidades mediante procesos de planeación, coordinación, ejecución y evaluación de todo tipo de planes, programas y proyectos en el ámbito educativo, investigativo, cultural, deportivo y de infraestructura física y tecnológica.” (Corporación Educativa Mas Social ESAL, s.f.)

2.1.2 Misión y visión

En este apartado se presenta la misión y visión de la organización en la cual se desarrolla la investigación. Esto permite conocer la razón de ser de la organización, a quién va dirigido su servicio o a quién quiere servir y en qué quiere convertirse a largo plazo. Es por ello que, para plantear la declaración de la misión se debe responder a la pregunta “¿Cuál es nuestro negocio?”, entendiendo que la respuesta debe ser clara y amplia, en la cual se permita conocer los productos y servicios que ofrece, los clientes o partes interesadas a las que quiere llegar, el mercado, su filosofía y su preocupación por la imagen pública y la de sus empleados. Por su parte, para plantear la declaración de la visión se debe responder a la pregunta “¿En qué queremos convertirnos?”, ya que la visión es lo que la empresa espera llegar a convertirse a largo plazo, cabe mencionar que la visión debe tener un marco de referencia temporal para poder determinar en cuánto tiempo se quiere llegar al punto deseado. (David, 2013)

Ahora bien, de acuerdo con la documentación de la Corporación Educativa Mas Social ESAL, la misión y la visión se presentan a continuación.

La misión que declara la organización es:

“La Corporación Educativa Mas Social, busca promover y apoyar el desarrollo integral del ser humano y de su entorno, mediante procesos de planeación, coordinación y ejecución, en los diferentes sectores sociales, contribuyendo a través del servicio, al mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad y al desarrollo sostenible, motivados por un sentido de responsabilidad social.” (Corporación Educativa Mas Social ESAL, s.f.)

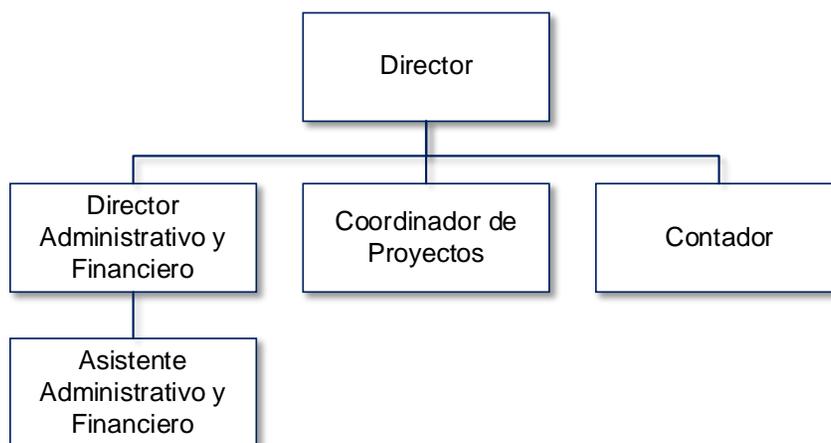
La visión que declara la organización es:

“En el 2025 la Corporación Educativa Mas Social, será reconocida como la organización líder en la implementación y desarrollo de programas que promuevan la calidad de vida de la comunidad, orientando nuestras acciones en el desarrollo integral del ser humano en el ámbito nacional e internacional.” (Corporación Educativa Mas Social ESAL, s.f.)

Teniendo en cuenta la misión y la visión descritas anteriormente, se puede decir que la organización está orientada al desarrollo integral del ser humano, destacando el ámbito social y medioambiental, para mejorar la calidad de vida. De acuerdo con esto, el proyecto propuesto para el desarrollo del PFG se alinea con estas declaraciones, dado que con el proyecto se busca desarrollar un modo más sostenible de producción para el proyecto piscícola objeto de estudio, teniendo en cuenta el análisis de la situación actual que se presenta en la región donde se encuentra ubicado.

2.1.3 Estructura organizativa

La estructura organizativa de la Corporación Educativa Mas Social ESAL está compuesta en su nivel más alto por un Director, el cual tiene a cargo al Coordinador de Proyectos, al Contador y al Director Administrativo y Financiero, que a su vez tiene a cargo al Asistente Administrativo y Financiero. En la Figura 3 se presenta la estructura organizativa de la Corporación Educativa Mas Social ESAL:

Figura 3*Estructura Organizativa*

Nota: Estructura Organizativa de la Corporación Educativa Mas Social ESAL. Elaboración propia.

De acuerdo con la estructura organizativa, el coordinador de proyectos es el encargado de ejecutar los proyectos para llevar a cabo la razón de ser de la organización, pero dado que es una organización sin ánimo de lucro, es necesario tener coordinación con las demás áreas para determinar los fondos, los recursos humanos y materiales que van a ser utilizados en cada proyecto.

2.1.4 Productos que ofrece

La Corporación Educativa Mas Social ESAL ofrece una gran variedad de servicios, entre los cuales se destacan:

- ◆ **Formulación, evaluación, ejecución y seguimiento de planes, programas y proyectos.** Este servicio se ofrece a todo tipo de organizaciones del sector público, privado, rural y urbano, enfocándose en temáticas de carácter

social, económico, cultural, deportivo, ambiental, educativo, investigativo y de infraestructura física y tecnológica, con el cual se busca contribuir al desarrollo sostenible de las organizaciones y la comunidad. (Corporación Educativa Mas Social ESAL, s.f.)

- ◆ **Capacitación en diversas áreas del conocimiento.** Ofrecen capacitaciones teórico-prácticas en temáticas sociales, ambientales, económicas, políticas, culturales, deportivas y recreativas con el fin de brindar y fortalecer los conocimientos y habilidades en las temáticas anteriormente nombradas. (Corporación Educativa Mas Social ESAL, s.f.)
- ◆ **Consultoría e interventoría.** Ofrecen el servicio de consultoría como método para el asesoramiento y la generación de ayudas prácticas y alternativas de solución a las necesidades identificadas dependiendo de la organización o comunidad que lo requiera. Por su parte, el servicio de interventoría lo ofrecen con el fin de supervisar, vigilar y controlar las partes involucradas en los planes, programas o proyectos, para que se cumpla lo pactado en el contrato o convenio celebrado. (Corporación Educativa Mas Social ESAL, s.f.)
- ◆ **Gestión ambiental y educación ambiental.** Dentro de esta categoría ofrecen diversos servicios en los que se pueden encontrar consultorías de una gran variedad de temáticas ambientales, educación ambiental, estudios sobre calidad del agua y planes de gestión ambiental. (Corporación Educativa Mas Social ESAL, s.f.)

- ◆ **Talleres de arte.** Este servicio es una iniciativa artística educativa, que busca contribuir al proceso de formación y práctica de expresiones artísticas mediante cursos dirigidos a niños, jóvenes y adultos. Los talleres que se manejan son enfocados en la enseñanza de música, pintura, dibujo y baile. (Corporación Educativa Mas Social ESAL, s.f.)

2.2 Teoría de Administración de Proyectos

Los proyectos se han llevado a cabo a lo largo de toda la historia de la humanidad, sin embargo, según Haughey (s.f.), se considera que la administración de proyectos como se conoce hoy en día nace gracias a Henry Gantt, creador de la gráfica de calendarización en el año 1917, denominada como Diagrama de Gantt. Este diagrama fue una idea radical e innovadora para la década de 1920 y que aún se continúa usando para el desarrollo de los proyectos hoy en día. Posteriormente, se siguieron desarrollando diferentes métodos y técnicas para la administración de proyectos y para el año de 1969 se funda el Project Management Institute (PMI) como una organización profesional sin fines de lucro, dedicada al desarrollo de la administración de proyectos, la cual publica por primera vez la Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (PMBOK®) en el año 1987 y desde entonces es reconocida como una de las herramientas fundamentales en la administración de proyectos. Actualmente, el PMBOK® cuenta con siete ediciones, la última de ellas publicada en el año 2021.

Ahora bien, en este apartado se explican las definiciones relacionadas con la administración de proyectos, como qué es un proyecto, el ciclo de vida de un proyecto, los

procesos y las áreas de conocimiento de la administración de proyectos y finalmente, teoría propia de la temática del proyecto a desarrollar.

2.2.1 Proyecto

Un proyecto es un “esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único” (PMI, 2021b, p. 4). Esto quiere decir que los proyectos siempre tienen un inicio y un final definidos, además, se dice que tienen un resultado único, ya que, su desarrollo es diferente para cumplir los objetivos planteados mediante la producción de entregables. Es importante mencionar que los proyectos deben estar alineados con el plan estratégico de la compañía para facilitar su gestión (Lledó, 2017), e igualmente es necesario que tengan un alcance claro y definido que permita establecer objetivos, cuyo cumplimiento generará su culminación exitosa. (Universidad Benito Juárez, 2017)

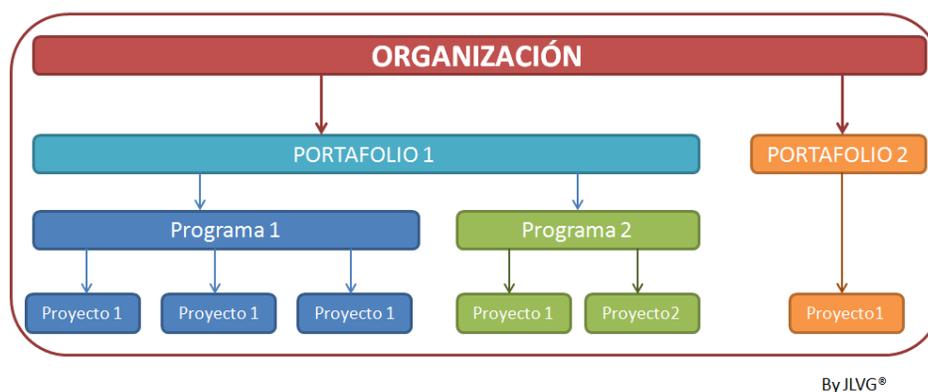
Por otra parte, según el PMI (2017), un proyecto puede encontrarse en tres escenarios distintos: como proyecto independiente, dentro de un programa, o dentro de un portafolio.

Entendiendo que un programa es definido como un grupo de proyectos que están relacionados entre sí, que son gestionados de manera coordinada para alcanzar beneficios que no podría obtener en caso de ser gestionados de manera individual; y un portafolio es definido como “una colección de proyectos, programas, portafolios subsidiarios y operaciones gestionadas como un grupo para alcanzar objetivos estratégicos” (PMI, 2017, p. 13).

Para tener mayor claridad sobre los términos, a continuación, se presenta en la Figura 4 un ejemplo de la estructura de los portafolios, programas y proyectos.

Figura 4

Estructura de portafolios, programas y proyectos



Nota: Adaptado de *Gestión de Proyectos, programas y portafolios*, por Juan Luis Vila Grau, 2016, Proagilist (<https://proagilist.es/blog/gestion-de-proyectos/proyectos-programas-y-portafolios>)

2.2.2 Administración de Proyectos

La administración de proyectos según PMI (2017), consiste en la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades que hacen parte del proyecto y de esta manera obtener un resultado final que cumpla con las especificaciones y requerimientos establecidos. Además, la administración de proyectos permite que se ejecuten proyectos de manera eficaz y eficiente.

Por su parte, Aceves (2018) declara que la administración de proyectos “consiste en planificar y dar seguimiento a los proyectos en desarrollo utilizando los recursos

disponibles para realizarlos en el menor tiempo posible y con el menor número de fallas”

(p. 7).

Además, también menciona unos puntos que se deben realizar en la administración de proyectos para lograr el éxito de un proyecto, los cuales son:

1. **Sensibilizar a las personas que son parte del equipo del desarrollo del proyecto.** Esto quiere decir que es necesario comunicar a los miembros del equipo lo que se espera de cada uno de ellos como miembro del equipo y lo que se espera que desarrollen durante todo el ciclo de vida del proyecto, esto con el fin de que cada miembro conozca su rol dentro del equipo y de esta manera optimizar el desarrollo del trabajo.
2. **Evidencias y resultados.** Es necesario que cada miembro del equipo desarrolle los informes necesarios y entregarlos en las fechas establecidas, además, destaca la importancia de dejar evidencias por escrito de los acuerdos, avances y resultados obtenidos a lo largo del proyecto.
3. **División de cargas de trabajo.** “Dividir cargas de trabajo, así como planear las actividades en función de los tiempos programados y aprobados por la organización, ayuda a administrar esfuerzos, pues es recomendable iniciar con una parte de la carga del proyecto, a fin de poder controlarlo y posteriormente absorber el resto” (Aceves, 2018, p. 8).
4. **Supervisión.** Se debe realizar la supervisión con el fin de controlar los avances del proyecto y así mismo, verificar si los miembros del equipo están desarrollando las actividades asignadas desde un principio.

2.2.3 Ciclo de vida de un proyecto

El ciclo de vida de un proyecto hace referencia a las fases que debe atravesar el proyecto desde su inicio hasta su cierre. Un ejemplo de las fases del ciclo de vida de un proyecto puede ser: viabilidad, diseño, construcción, prueba, despliegue y cierre (PMI, 2021a).

De igual manera, a continuación, se presentan distintos ejemplos de los ciclos de vida de diferentes proyectos desarrollados por Lledó (2017).

Figura 5

Ciclos de Vida de Distintos Proyectos

<i>Proyectos de Inversión</i>				
Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4	Fase 5
Idea	Perfil	Pre-factibilidad	Factibilidad	Inversión
<i>Proyectos de Construcción</i>				
Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4	Fase 5
Factibilidad	Planificación	Diseño	Producción	Lanzamiento
<i>Proyectos de Sistemas Informáticos</i>				
Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4	Fase 5
Análisis	Diseño	Codificación	Pruebas	Instalación
<i>Proyectos con metodologías Ágiles</i>				
Iteración 1	Iteración 2	Iteración 3	Iteración 4	Iteración 5 ...
Análisis- Desarrollo- Lecciones	Análisis- Desarrollo- Lecciones	Análisis- Desarrollo- Lecciones	Análisis- Desarrollo- Lecciones	Análisis- Desarrollo- Lecciones
				▶ Tiempo

Nota: Adaptado de Cómo aprobar el examen PMP® sin morir en el intento. (p. 24), Pablo Lledó, 2017.

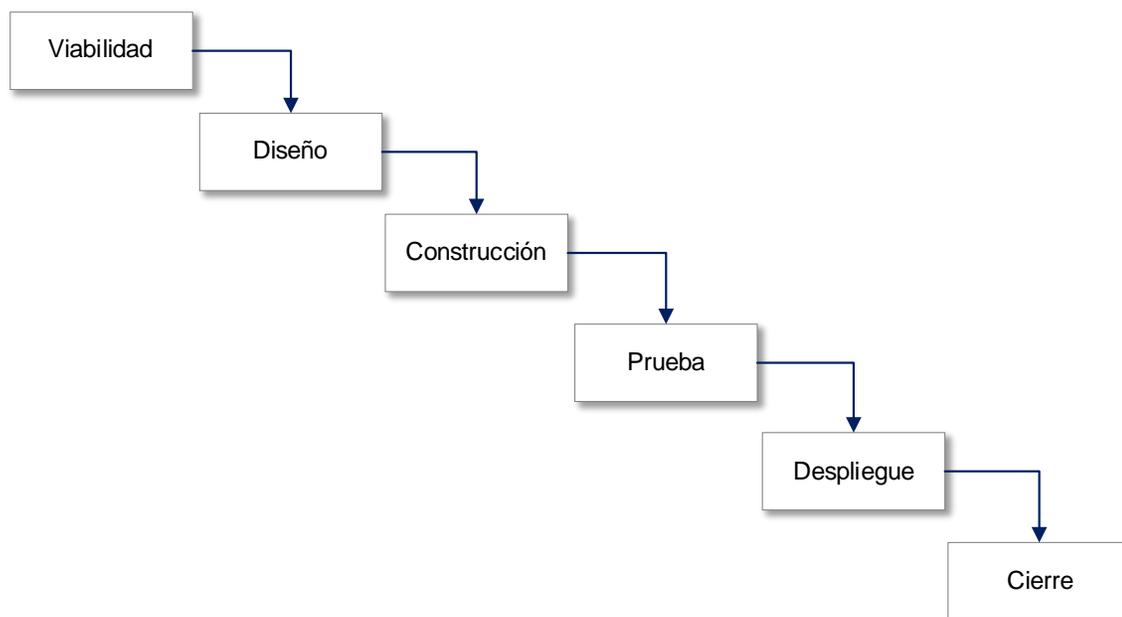
Cabe mencionar que según el PMI (2021a), el ciclo de vida y las fases del proyecto, se determinan de acuerdo con el enfoque de desarrollo y la cadencia de entrega deseada. En

donde, la cadencia deseada se refiere al momento y la frecuencia de los entregables del proyecto, destacando que los proyectos pueden tener una única entrega, múltiples entregas o entregas periódicas. Por su parte, el enfoque de desarrollo, “es el medio utilizado para crear y desarrollar el producto, servicio o resultado durante el ciclo de vida del proyecto” (p. 35). Dentro de los enfoques de desarrollo más utilizados se destacan tres, que son el enfoque predictivo, el enfoque híbrido y el enfoque adaptativo, cada uno de estos enfoques se aplica dependiendo de los requisitos del proyecto. Por lo tanto, cuando los requisitos del proyecto y del producto pueden definirse, recopilarse y analizarse desde el comienzo del proyecto o en fases tempranas del ciclo de vida del proyecto, es recomendable utilizar un enfoque predictivo; cuando los requisitos tienen un alto nivel de incertidumbre y probablemente van a cambiar a lo largo del proyecto, es recomendable utilizar un enfoque adaptativo, el cual utiliza enfoques iterativos e incrementales; y por último, dado que el enfoque híbrido es una combinación entre los enfoques adaptativos y predictivos, este enfoque puede ser utilizado cuando hay incertidumbre o riesgo en torno a los requisitos.

Para entender con mayor claridad los ciclos de vida de los proyectos, a continuación, se presentan los ejemplos del ciclo de vida predictivo en la Figura 6, el ciclo de vida incremental en la Figura 7 y el ciclo de vida adaptativo Figura 8.

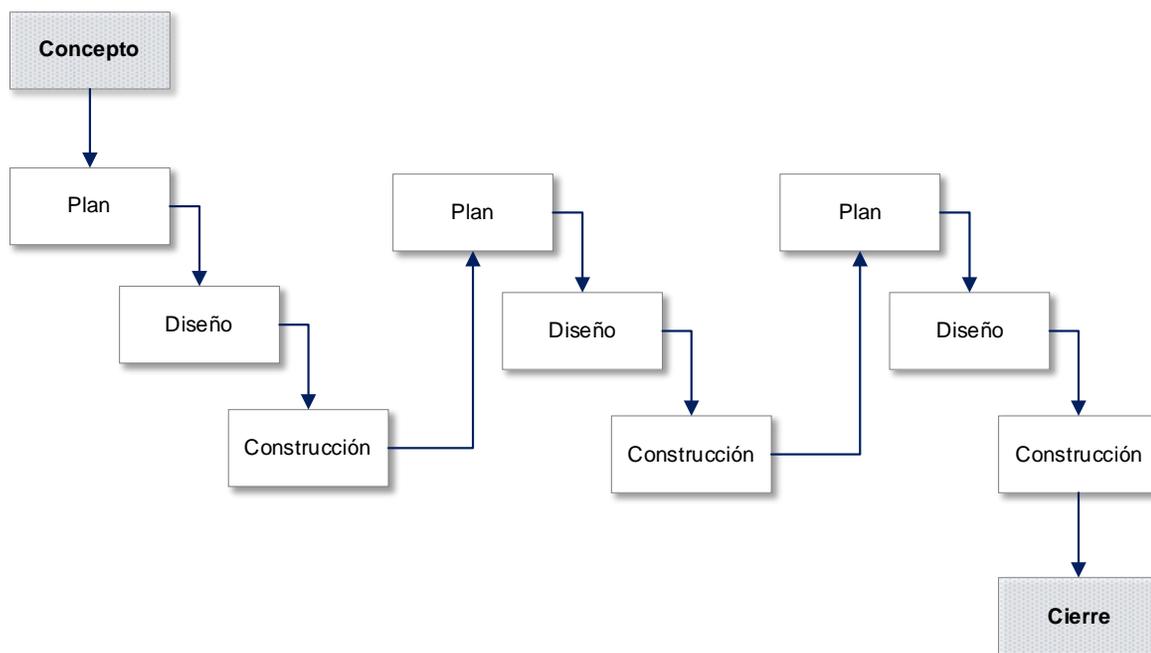
Figura 6

Ejemplo Ciclo de Vida Predictivo



Nota: Adaptado de la Guía del PMBOK® (p. 43), Project Management Institute, 2021.

Los ciclos de vida predictivos también son denominados ciclos de vida tradicionales o de cascada. Estos generalmente se organizan en una serie de fases consecutivas como se muestra en la Figura 6, además cabe destacar que cada fase se centra en un trabajo en particular por lo que el equipo de proyecto va variando, dependiendo de la fase en la que se encuentre el proyecto. (ITM Platform, s.f.)

Figura 7*Ejemplo Ciclo de Vida Incremental*

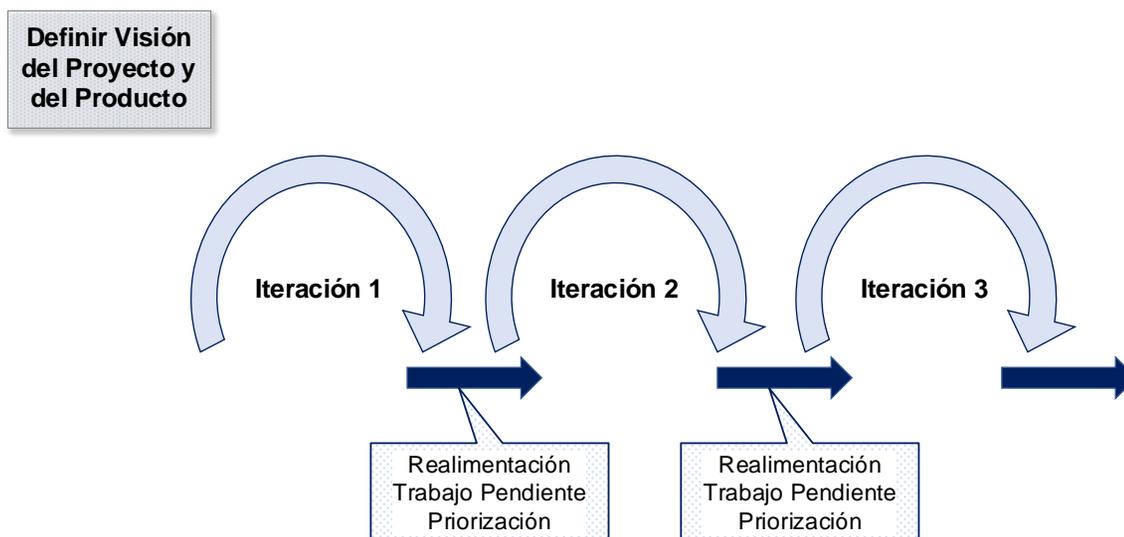
Nota: Adaptado de la Guía del PMBOK® (p. 44), Project Management Institute, 2021.

Los ciclos de vida incrementales son aquellos en los cuales se repiten las actividades del proyecto en fases o iteraciones, como se muestra en la Figura 7, y en cada versión se van agregando nuevas funcionalidades al producto hasta completar el o los entregables del proyecto. El producto final será entonces la acumulación de funcionalidades construida en cada ciclo repetido. (ITM Platform, s.f.)

Cabe aclarar que se presenta el ejemplo del ciclo de vida incremental, dado que, como ya se mencionó anteriormente, el ciclo de vida adaptativo utiliza enfoques iterativos e incrementales.

Figura 8

Ejemplo Ciclo de Vida Adaptativo



Nota: Adaptado de la Guía del PMBOK® (p. 45), Project Management Institute, 2021.

El ciclo de vida adaptativo trabaja con iteraciones, como se muestra en la Figura 8, es primordial que al final de cada iteración el entregable sea funcional y también que los interesados clave den una realimentación sobre el entregable y de esta manera el equipo pueda priorizar y planificar el trabajo pendiente que se va a desarrollar para la siguiente iteración. (PMI, 2021a)

Teniendo en cuenta los ciclos de vida analizados anteriormente, se puede decir que los proyectos realizados por la organización Mas Social ESAL pueden tener un ciclo de vida predictivo, debido a que, los requisitos del proyecto y del producto, como son el alcance, el tiempo y el costo pueden ser definidos, recopilados y analizados en fases tempranas del ciclo de vida del proyecto.

2.2.4 Procesos en la Administración de Proyectos

Los procesos en la administración de proyectos “pueden organizarse en agrupaciones lógicas de entradas, herramientas y técnicas de dirección de proyectos, y salidas que se adapten a las necesidades de la organización, los interesados y el proyecto.” (PMI, 2021a, p. 170).

Además, según el PMI (2021a), existen cinco agrupaciones de procesos que pueden ser utilizados como estructura organizativa para los proyectos que se rigen por un enfoque basado en procesos, los cuales son:

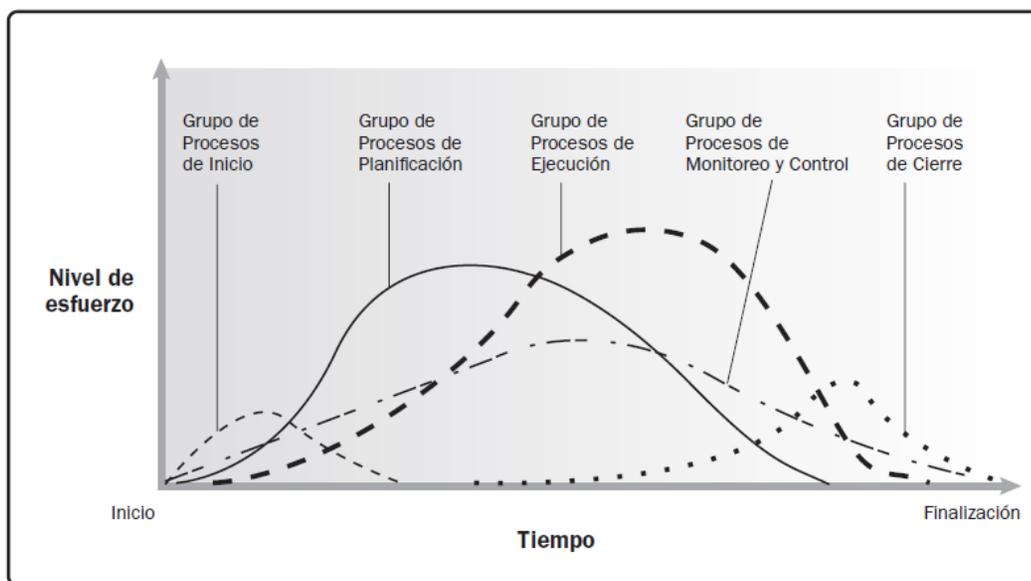
- ◆ **Grupo de procesos de inicio.** Son realizados para definir un nuevo proyecto o una nueva fase del proyecto.
- ◆ **Grupo de procesos de planificación.** Son requeridos para definir el alcance del proyecto, refinar los objetivos y definir la ruta de acción para cumplir los objetivos planteados.
- ◆ **Grupo de procesos de ejecución.** Son realizados para completar el trabajo establecido en el plan para la dirección del proyecto.
- ◆ **Grupo de procesos de monitoreo y control.** Son requeridos para hacer el debido seguimiento, análisis y regulación del desempeño y progreso del proyecto.
- ◆ **Grupo de procesos de cierre.** Son realizados para cerrar formalmente un proyecto, fase o contrato.

Cada uno de estos grupos de procesos a su vez se desglosan y se distribuyen en las diez áreas de conocimiento, para un total de 49 procesos de la dirección de proyectos. Más adelante, en la sección 2.2.5 Áreas de conocimiento de la Administración de Proyectos, se presenta la tabla de correspondencia entre los cinco grupos de proceso y las diez áreas de conocimiento.

Por otro lado, cabe destacar que los grupos procesos son diferentes a las fases del proyecto y estos interactúan dentro de cada fase del ciclo de vida de un proyecto. Un ejemplo de las interacciones entre los grupos de procesos dentro de una fase se puede ver a continuación en la Figura 9.

Figura 9

Ejemplo de Interacción entre los Grupos de Procesos dentro de un Proyecto o Fase



Nota: Reproducido de la Guía del PMBOK® (Sexta Edición, p. 555), Project Management Institute,

Ahora bien, analizando la gestión de proyectos predictivos, según Scrum Manager BoK (2021), esta tiene el objetivo de resolver los planteamientos iniciales cumpliendo con el plazo y el costo planificado. Es por ello que los procesos fundamentales dentro de los proyectos con enfoque predictivo son los procesos de planificación y de monitoreo y control. Además, este autor resalta la importancia del proceso de planificación citando a Kerzner (1995) con la siguiente frase: “si no se planifica, aumenta la incertidumbre durante la ejecución y se producen cambios o modificaciones no previstas inicialmente que producen retrasos, sobrecostos, falta de motivación y desconcierto”, y así mismo, destaca las cuatro razones básicas de Kerzner para planificar, que son: 1) eliminar o reducir la incertidumbre, 2) mejorar la eficiencia de la operación, 3) obtener una mejor comprensión de los objetivos, y 4) dar unas bases para el seguimiento del trabajo. Por su parte, se refiere al proceso de monitoreo y control como la comparación entre la planificación inicial con la ejecución real y de esta manera verificar el cumplimiento del plan de trabajo y el presupuesto. Además, destaca que el proceso de monitoreo y control comprende una adecuada gestión de riesgos para abordar la aparición de imprevistos con el menor impacto posible.

2.2.5 Áreas del conocimiento de la Administración de Proyectos

En este apartado, se debe considerar la actualización de la Guía del PMBOK®, dado que, en la última versión (séptima edición), según Puentes (2021), la guía pasa de estar basada en gestión por procesos a gestión por principios, y las áreas de conocimiento conocidas en la 6ta edición pasan a ser dominios de desempeño del proyecto.

Ahora bien, las áreas de conocimiento de la administración de proyectos son “campos o áreas de especialización que se emplean comúnmente al dirigir proyectos.” (PMI, 2017, p. 553), y “un Área de Conocimiento es un área identificada de la dirección de proyectos definida por sus requisitos de conocimientos y que se describe en términos de los procesos, prácticas, entradas, salidas, herramientas y técnicas que la componen.” (PMI, 2017, p. 23). Dentro de las áreas de conocimiento más utilizadas en los proyectos se destacan diez, sin embargo, en proyectos más específicos se pueden requerir áreas de conocimiento adicionales. (PMI, 2017)

Las diez áreas de conocimiento que se describen en la Guía del PMBOK® 6ta edición son:

- 1. Gestión de la Integración del Proyecto.** “Incluye los procesos y actividades para identificar, definir, combinar, unificar y coordinar los diversos procesos y actividades de dirección del proyecto dentro de los Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos.” (PMI, 2017, p. 23)
- 2. Gestión del Alcance del Proyecto.** Incluye los procesos necesarios para garantizar que el proyecto incluya todo el trabajo demandado y de esta manera completarlo con éxito. (PMI, 2017)
- 3. Gestión del Cronograma del Proyecto.** “Incluye los procesos requeridos para administrar la finalización del proyecto a tiempo.” (PMI, 2017, p. 24)
- 4. Gestión de los Costos del Proyecto.** “Incluye los procesos involucrados en planificar, estimar, presupuestar, financiar, obtener financiamiento, gestionar

y controlar los costos de modo que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado.” (PMI, 2017, p. 24)

- 5. Gestión de la Calidad del Proyecto.** “Incluye los procesos para incorporar la política de calidad de la organización en cuanto a la planificación, gestión y control de los requisitos de calidad del proyecto y el producto, a fin de satisfacer las expectativas de los interesados.” (PMI, 2017, p. 24)
- 6. Gestión de los Recursos del Proyecto.** “Incluye los procesos para identificar, adquirir y gestionar los recursos necesarios para la conclusión exitosa del proyecto.” (PMI, 2017, p. 24)
- 7. Gestión de las Comunicaciones del Proyecto.** “Incluye los procesos requeridos para garantizar que la planificación, recopilación, creación, distribución, almacenamiento, recuperación, gestión, control, monitoreo y disposición final de la información del proyecto sean oportunos y adecuados.” (PMI, 2017, p. 24)
- 8. Gestión de los Riesgos del Proyecto.** “Incluye los procesos para llevar a cabo la planificación de la gestión, identificación, análisis, planificación de respuesta, implementación de respuesta y monitoreo de los riesgos de un proyecto.” (PMI, 2017, p. 24)
- 9. Gestión de las Adquisiciones del Proyecto.** “Incluye los procesos necesarios para la compra o adquisición de los productos, servicios o resultados requeridos por fuera del equipo del proyecto.” (PMI, 2017, p. 24)

10. Gestión de los Interesados del Proyecto. “Incluye los procesos requeridos para identificar a las personas, grupos u organizaciones que pueden afectar o ser afectados por el proyecto, para analizar las expectativas de los interesados y su impacto en el proyecto, y para desarrollar estrategias de gestión adecuadas a fin de lograr la participación eficaz de los interesados en las decisiones y en la ejecución del proyecto.” (PMI, 2017, p. 24)

Cabe mencionar que, así como pueden existir proyectos con características especiales que requieran áreas de conocimiento adicionales a las descritas anteriormente, también existen proyectos en los que no es necesario aplicar las diez áreas de conocimiento, por lo tanto, su aplicación no es obligatoria siendo responsabilidad del equipo del proyecto decidir cuáles áreas y procesos va a considerar en su gestión.

A continuación, se presenta la tabla de correspondencia entre los cinco grupos de procesos y las diez áreas de conocimiento de la dirección de proyectos.

Tabla 1

Correspondencia entre grupos de procesos y áreas de conocimiento de la Dirección de Proyectos

Áreas de conocimiento	Grupos de procesos de la dirección de proyectos				
	Grupo del proceso de iniciación	Grupo del proceso de planificación	Grupo del proceso de ejecución	Grupo del proceso de seguimiento y control	Grupo del proceso de cierre
4. Gestión de la integración del proyecto	4.1 Desarrollar el acta de constitución del proyecto	4.2 Desarrollar el plan para la dirección del proyecto	4.3 Dirigir y gestionar la ejecución del proyecto 4.4 Gestionar el conocimiento del proyecto	4.5 Monitorear y controlar el trabajo del proyecto 4.5 Realizar el control integrado de cambios	4.6 Cerrar el proyecto o fase
5. Gestión del alcance del proyecto		5.1 Desarrollar el plan de gestión del alcance 5.2 Recopilar requisitos 5.3 Definir el alcance 5.4 Crear la EDT		5.5 Verificar el alcance 5.6 Controlar el alcance	
6. Gestión del cronograma del proyecto		6.1 Desarrollar el plan de gestión del cronograma 6.2 Definir actividades 6.3 Secuenciar las actividades 6.4 Estimar la duración de las actividades 6.5 Desarrollar el cronograma		6.6 Controlar el cronograma	
7. Gestión de los costos del proyecto		7.1 Plan de gestión de costos 7.2 Estimar los costos 7.3 Determinar el presupuesto		7.4 Controlar los costos	

Áreas de conocimiento	Grupos de procesos de la dirección de proyectos				
	Grupo del proceso de iniciación	Grupo del proceso de planificación	Grupo del proceso de ejecución	Grupo del proceso de seguimiento y control	Grupo del proceso de cierre
8. Gestión de la calidad del proyecto		8.1 Planificar la gestión de la calidad	8.2 Gestionar la calidad	8.3 Controlar la calidad	
9. Gestión de los recursos del proyecto		9.1 Plan de gestión de recursos 9.2 Estimar los recursos de las actividades	9.3 Adquirir recursos 9.4 Desarrollar el equipo 9.5 Dirigir al equipo	9.6 Controlar los recursos	
10. Gestión de las comunicaciones del proyecto		10.1 Planificar la gestión de las comunicaciones	10.2 Gestionar las comunicaciones	10.3 Monitorear las comunicaciones	
11. Gestión de los riesgos del proyecto		11.1 Planificar la gestión de riesgos 11.2 Identificar los riesgos 11.3 Realizar el análisis cualitativo de riesgos 11.4 Realizar el análisis cuantitativo de riesgos 11.5 Planificar la respuesta a los riesgos	11.6 Implementar la respuesta a los riesgos	11.7 Monitorear los riesgos	
12. Gestión de las adquisiciones del proyecto		12.1 Planificar la gestión de las adquisiciones	12.2 Efectuar las adquisiciones	12.3 Controlar las adquisiciones	
13. Gestión de los interesados del proyecto	13.1 Identificar a los interesados	13.2 Planificar el involucramiento de los interesados	13.3 Gestionar la participación de los interesados	13.4 Monitorear el involucramiento de los interesados	
Total	2	24	10	12	1

Nota: Adaptado de la Guía del PMBOK® (Sexta Edición, p. 556), Project Management Institute, 2017.

Por su parte, en la Guía del PMBOK® 7ma edición, considerando todo tipo de proyectos, de índole predictiva o adaptativa, se encuentran los dominios de desempeño, los cuales son definidos como “un grupo de actividades relacionadas que son fundamentales para la entrega efectiva de los resultados de los proyectos. Los dominios de desempeño del proyecto son áreas de énfasis interactivas, interrelacionadas e interdependientes que funcionan al unísono para conseguir los resultados deseados del proyecto.” (PMI, 2021a, p. 7).

A continuación, se mencionan los ocho dominios de desempeño del proyecto que se pueden encontrar:

- ◆ Interesados.
- ◆ Equipo.
- ◆ Enfoque de Desarrollo y Ciclo de Vida.
- ◆ Planificación.
- ◆ Trabajo del Proyecto.
- ◆ Entrega.
- ◆ Métricas.
- ◆ Incertidumbre

Estos dominios de desempeño se ejecutan conjuntamente a lo largo del proyecto, funcionando como un sistema integrado, en donde cada dominio de desempeño es interdependiente de los demás dominios para permitir la entrega satisfactoria del proyecto. (PMI, 2021a)

2.3 Otra teoría propia del tema de interés

En este apartado se describe la situación actual del proyecto objeto de estudio y adicionalmente, se presentan investigaciones relacionadas sobre la temática proyecto.

2.3.1 Situación actual del problema u oportunidad objeto de la investigación

Para entender con claridad la situación actual del proyecto objeto de estudio, es importante mencionar que la temática de la investigación propuesta se clasifica en el sector agropecuario, específicamente en el subsector de la piscicultura o acuicultura. Entendiendo que según el decreto 2811 de 1974 por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente, en su artículo 286 define la acuicultura como “el cultivo de organismos hidrológicos con técnicas apropiadas, en ambientes naturales o artificiales, y generalmente bajo control” (Estado Colombiano, 1974).

Este proyecto piscícola se encuentra ubicado en la vereda Escalante de la región rural de Tena del Departamento de Cundinamarca, el cual inició aproximadamente hace un año, en aras de desarrollar una nueva actividad económica en la región, dado que según la CAR (s.f.), la actividad económica del municipio de Tena se caracteriza por desarrollar “actividades agrícolas con cultivos transitorios, tradicionales y de pancoger; los cuales son destinados para el consumo interno y de explotación. Además, desarrolla en menor proporción la actividad ganadera de tipo extensivo y de baja productividad” (p. 31). También menciona que, debido a la cercanía que tiene el municipio con Bogotá, la economía campesina está siendo abandonada para dedicarse al comercio informal en la

orilla de la carretera central, lo cual hace que la actividad económica de la región tenga mayor dependencia en la actividad turística y se desaproveche el potencial económico de las tierras aptas para la producción.

Ahora bien, continuando con la descripción del proyecto, actualmente, cuenta con cuatro estanques sumergidos, dos de los cuales tienen una capacidad de 250 m³, y los otros tienen una capacidad de 450 m³ y 550 m³, además, cuenta con tres tanques zamorano con capacidad de 22 m³, 23 m³ y 24 m³. En donde los tanques zamorano son utilizados para el desarrollo de las crías de los peces, conocidas comúnmente como alevinos para posteriormente, una vez que alcanzan un peso aproximado de 80 gr, sean trasladados a los estanques y continúan con su desarrollo. Una vez los peces alcanzan un peso entre 300 gr y 500 gr, se realiza una jornada de pesca y posteriormente la limpieza de los peces, para poder empezar la distribución. Dado que actualmente la producción de peces no es muy grande, esta puede ser distribuida y comercializada con los habitantes de la región y con personas de Bogotá que tienen conocimiento del proyecto. Cabe mencionar que el proyecto cuenta con una persona constantemente y cuando se realiza la jornada de pesca el número de personas requeridas puede oscilar entre cuatro a seis personas, las cuales son habitantes de la región.

Por otra parte, como ya se mencionó anteriormente, este proyecto tiene poco tiempo de haberse iniciado y durante el tiempo que lleva ejecutándose se han encontrado varios problemas que se mencionan a continuación. En primera instancia, se encuentra el incremento del costo y los constantes cortes de la energía eléctrica, trayendo como consecuencia grandes pérdidas debido a la mortandad y lento desarrollo o crecimiento de

los peces por la falta de constante oxigenación, y en segunda instancia, se encuentra la escasez de agua dulce en determinados periodos del año, lo cual no permite realizar los recambios necesarios de agua en los estanques, generando que el agua presente altas cargas de materia orgánica y cambios en los niveles de pH, nitrógeno y fósforo, trayendo como consecuencia que la actividad alimentaria de los peces disminuya y con ello la reducción de su crecimiento. Cabe mencionar que hoy en día el agua que se utiliza para el desarrollo de este proyecto es tomada de una quebrada de la vereda y es por ello que en las épocas secas no es posible utilizar este recurso debido a la disminución de su caudal.

2.3.2 Investigaciones que se han hecho sobre la temática del proyecto

Con el propósito de conocer con mayor detalle la temática del proyecto propuesto, a continuación, se presentan investigaciones que se han realizado sobre la implementación de la tecnología biofloc, así como la implementación de energía solar en la piscicultura.

2.3.2.1 Sistemas Biofloc

La tecnología biofloc es un sistema que, según Pernía, (s.f.) permite el cultivo de peces o crustáceos en un ambiente dominado por microorganismos, que son un conjunto de bioflóculos formados por bacterias y protozoos, fitoplancton y zooplancton, los cuales ayudan a la transformación de materia orgánica e inorgánica, manteniendo limpia el agua y, además, son un excelente alimento para el cultivo de peces. Cabe destacar que según FoodNewsLATAM.COM (2020), esta tecnología se caracteriza por mitigar los impactos ambientales negativos generados por las descargas de agua provenientes de la piscicultura, debido a que en este sistema es posible “reciclar y reutilizar los nutrientes continuamente

los nutrientes por la asociación de comunidades microbianas aerobias con los peces, que generan altos contenidos de materia orgánica manteniendo el balance del carbono y del nitrógeno” (párr. 4).

A continuación, se presenta la investigación de la implementación de la tecnología biofloc, desarrollada por Sisa y Palacios (2019), la cual tiene como objetivo general “estandarizar el proceso para la implementación de la tecnología Biofloc (BTF) como una alternativa de desarrollo sostenible para los productores piscícolas de tilapia roja del Municipio del Valle del Guamuez, Departamento del Putumayo” (p. 22).

Esta investigación se realiza debido a que, para la época de su desarrollo, la producción piscícola del municipio de Valle del Guamuez había estado ocasionando efectos adversos al ecosistema de la Amazonía como la destrucción de bosques y humedales, contaminación de las fuentes hídricas, proliferación de enfermedades y escapes de las especies cultivadas a los ecosistemas acuáticos. Es por ello que la implementación de la tecnología biofloc surge como una iniciativa para dar solución a la problemática anteriormente nombrada.

La metodología usada para el desarrollo de la investigación fue de tipo experimental, en donde se realizó la evaluación, comparación, análisis e implementación de la tecnología biofloc en tres unidades experimentales dispuestas de la siguiente manera:

1. T1, tratamiento testigo: sistema de cultivo semi-intensivo (tradicional), en el cual se emplean estanques de 7.5 m³ en tierra, con manejo de la densidad de animales por metro cuadrado y recambio del 10% de agua.

2. T2, tratamiento de tecnología biofloc en estanques de 7.5 m³ en tierra revestidos con geomembrana.
3. T3, tecnología biofloc en tanques circulares de 7.5 m³ revestidos con geomembrana

Los parámetros evaluados para realizar la comparación de acuerdo a las unidades experimentales dispuestas fueron: ganancia de peso, factor de conversión alimenticia, tasa de crecimiento simple y sobrevivencia.

Una vez realizado el proceso de implementación y análisis de las unidades experimentales, como conclusión de la investigación se encontró que los parámetros anteriormente mencionados obtuvieron mejores resultados en los sistemas con la implementación de la tecnología biofloc respecto al sistema tradicional de cultivo en estanques de tierra.

Por otra parte, los parámetros físico químicos del agua fueron estables en las tres unidades experimentales y no presentaron variaciones a excepción de los nitratos y la dureza del agua. Además, cabe destacar que el manejo de la tecnología biofloc “permite controlar la calidad del agua de las unidades productivas beneficiando tanto a los organismos en cultivo como al medioambiente al reducir la cantidad de residuos tanto sólidos como líquidos debido al menor volumen de agua utilizado durante el ciclo productivo, que en el sistema tradicional es difícil de realizar” (p. 74).

2.3.2.2 Energía Solar

La energía solar fotovoltaica, según IBERDROLA (s.f.), es aquella que se obtiene de la energía proveniente de la radiación solar y puede ser transformada empleando una tecnología basada en el efecto fotoeléctrico. Además, es considerada como un tipo de energía renovable, inagotable y no contaminante, la cual puede ser producida tanto por pequeños productores para el autoconsumo como grandes plantas fotovoltaicas.

Además, IBERDROLA (s.f.) menciona que existen dos tipos de plantas fotovoltaicas, en primer lugar, está la planta que se encuentra conectada a la red, la cual cuenta con tres elementos básicos que son:

- ◆ Paneles fotovoltaicos: son un grupo de celdas fotovoltaicas entre capas de silicio que captan la radiación solar transformándola en energía eléctrica.
- ◆ Inversores: convierten la corriente eléctrica continua producida por los paneles solares en corriente alterna.
- ◆ Transformadores: elevan la corriente alterna generada por los inversores que es de baja tensión (380-800 V) a media tensión (hasta 36 kV)

En segundo lugar, se encuentran las plantas que no están conectadas a la red, las cuales operan en isla y generalmente se encuentran en lugares remotos y explotaciones agrícolas. Este tipo de plantas requieren dos elementos adicionales para su funcionamiento:

- ◆ Baterías: almacenarán la energía producida por los paneles y no es usada en ese instante.

- ◆ Reguladores: su función es proteger a la batería contra las sobrecargas y también previenen un uso ineficiente de la batería.

Ahora bien, a continuación, se presenta la investigación de la energía solar en la piscicultura, desarrollada por Marinho (2016), la cual tiene como objetivo general realizar un estudio de viabilidad técnica y económica de un sistema fotovoltaico aplicado a un emprendimiento de piscicultura en el estado de Tocantins. Además, propone un modelo de sistema de generación, distribución y uso de energía solar para el autoconsumo productivo.

La metodología utilizada en esta investigación fue de tipo analítico, en la cual realiza una investigación preliminar del área en la que será instalado el sistema, e igualmente se realiza una investigación documental y bibliográfica de las temáticas abordadas. Además, se realiza el estudio de factibilidad económica, realizando el cálculo de los datos del retorno de la inversión y el valor actual neto.

Como conclusión de la investigación, se llega a que es viable técnica y económicamente instalar el sistema de energía solar fotovoltaico, dado que, de acuerdo con los cálculos realizados, la inversión del presupuesto requerido para el proyecto tendrá un retorno de la inversión en aproximadamente siete meses, teniendo en cuenta que los paneles solares cuentan con una vida útil de veinte a veinticinco años y la vida útil de los inversores oscila entre diez y quince años.

Otra investigación de la temática de energía solar, fue realizada por Lema y Padilla (2017), cuyo objetivo general era “implementar un sistema de automatización de bombeo

de agua para la generación de oxígeno artificial utilizando energía solar, para piscicultura de la finca “El Porvenir”” (p. 3).

La metodología utilizada en esta investigación fue analítica y experimental, debido a que se realizó una investigación preliminar de la zona, para luego desarrollar los cálculos de dimensionamiento correspondientes de cada uno de los componentes del sistema propuesto. Posteriormente, se diseñan las estructuras necesarias para el montaje e instalación del sistema, y una vez terminada la instalación, se realizan diferentes pruebas para verificar su funcionamiento con el fin de establecer la operatividad y rendimiento del sistema. Además, también se realiza el análisis costo-beneficio y de esta manera determinar la rentabilidad.

Como conclusiones de esta investigación se encuentra que el sistema tiene un 95% de confiabilidad para mantener dentro de los rangos permitidos el oxígeno disuelto y el pH permitiendo una buena crianza de peces y a su vez se reducen las pérdidas generadas del cultivo a un 3% en comparación de las pérdidas obtenidas con el sistema de bombeo tradicional que oscilaba en un 20%.

Por su parte, los autores recomiendan seleccionar paneles de tipo mono cristalino debido a que tienen una mayor tasa de eficiencia y rendimiento, y su vida útil es de 25 años. Además, recomienda realizar el mantenimiento preventivo de los módulos fotovoltaicos en aras de prevenir que bajen su rendimiento.

3 MARCO METODOLÓGICO

Según Normas APA (American Psychological Association, 2016), el marco metodológico es la explicación de los mecanismos utilizados para el análisis de la problemática de investigación. Además, destaca que la metodología de la investigación es progresiva y por ello, no es posible realizar el marco metodológico sin las fundamentaciones teóricas que van a justificar el estudio del tema elegido.

En este apartado se definen y se describen las fuentes de información, métodos de investigación y herramientas utilizadas, así como los supuestos, las restricciones y los entregables que lo conforman, de acuerdo con cada objetivo propuesto en el PFG.

3.1 Fuentes de información

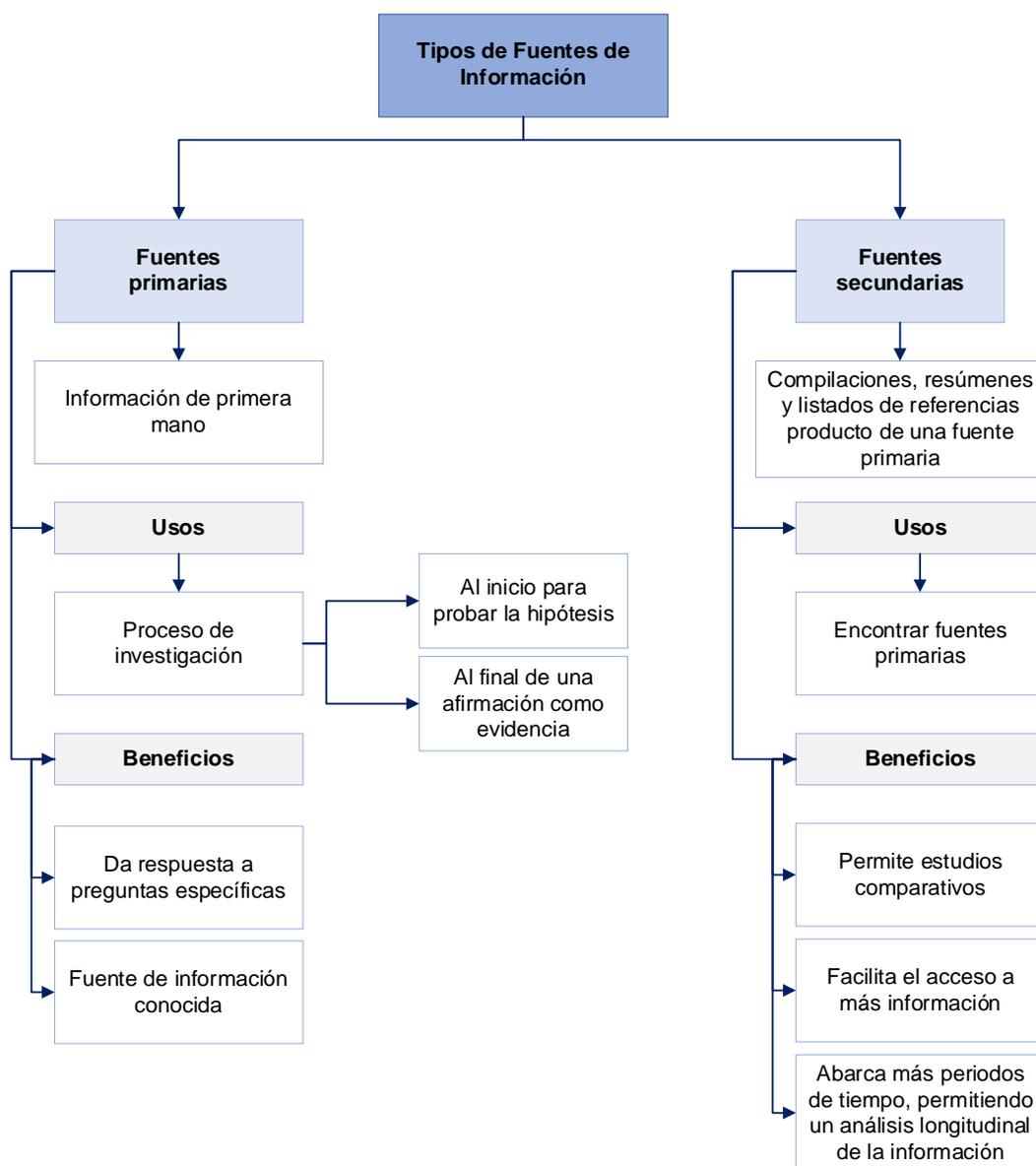
Las fuentes de información son diversos tipos de documentos que contienen información necesaria o datos útiles para satisfacer una demanda de información o conocimiento (Universidad de Alcalá, s.f.).

Por otra parte, según González (s.f.), las fuentes de información son consideradas como un instrumento para el conocimiento, ya que permiten establecer el estado actual del cuerpo de conocimiento, y afirma que el “conocimiento que no se publica no existe” (p. 4). Además, presenta algunos ejemplos de los usos de las fuentes de información entre los cuales se destacan: a) encontrar y definir un problema de investigación, b) construir el estado del arte de una temática de investigación definida y c) la búsqueda de trabajos o investigaciones que permitan sustentar una idea o provean evidencia.

A continuación, en la Figura 10 se presentan los diferentes tipos de fuentes de información que existen con los usos y beneficios que tiene cada una de ellas.

Figura 10

Tipos de fuentes de información



Nota: Autoría propia basada en Huamán (2011), Greelane (2020) y Universidad de Alicante (s.f.)

3.1.1 Fuentes primarias

Las fuentes primarias son aquellas que contienen información publicada por primera vez y no ha sido filtrada, interpretada o evaluada por nadie más. Además, son producto de una investigación o de una actividad creativa. Cabe destacar que estas fuentes componen la colección básica de una biblioteca y se pueden encontrar de manera digital o impresa (Universidad de Guadalajara, s. f.).

Algunos ejemplos de los tipos de fuentes de información primaria, según Huamán (2011), son: libros, artículos científicos, tesis, patentes, trabajos de conferencias, películas, opinión de expertos y publicaciones oficiales.

3.1.2 Fuentes secundarias

Las fuentes secundarias, según la Universidad de Guadalajara (s.f.) son aquellas que:

Contienen información primaria, sintetizada y reorganizada. Están diseñadas para facilitar y maximizar el acceso a las fuentes primarias o a sus contenidos. Componen la colección de referencia de una biblioteca. Se utilizan cuando no se tiene acceso a la fuente primaria por una razón específica, cuando los recursos son limitados y cuando la fuente no es confiable. Permiten confirmar los hallazgos en una investigación y ampliar el contenido de la información de una fuente primaria.

Algunos ejemplos de los tipos de fuentes de información secundaria, según Huamán (2011), son: bibliografías, enciclopedias, índices, base de datos, censos, anuarios, atlas y diccionarios.

El resumen de las fuentes de información que se utilizaron en este proyecto se presenta en la Tabla 2:

Tabla 2

Fuentes de información utilizadas

Objetivos	Fuentes de información	
	Primarias	Secundarias
1. Desarrollar el plan de gestión de proyecto del PFG para guiar el desarrollo y la supervisión del trabajo	Juicio de experto Reuniones	Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos, (Guía del PMBOK®), Sexta Edición. Director de Proyectos: Cómo Aprobar el Examen PMP® sin Morir en el Intento, Sexta Edición (Lledó, 2017)
2. Comparar los sistemas convencionales usados actualmente en los estanques piscícolas objeto de estudio con los sistemas propuestos para conocer los beneficios y desventajas que se pueden encontrar.	Entrevistas con el dueño del proyecto objeto de estudio. Resultados de tesis o investigaciones realizadas sobre el tema Artículos científicos. Observación de las actividades del proyecto objeto de estudio	Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos, (Guía del PMBOK®) - Sexta Edición Información obtenida de bases de datos sobre las temáticas abordadas en el PFG. Libros sobre tecnología biofloc y energía solar

Objetivos	Fuentes de información	
	Primarias	Secundarias
3. Identificar los requisitos para la implementación de la energía solar y la tecnología de sistemas biofloc en los estanque piscícolas de estudio para determinar los elementos que se deben tener en cuenta en la estandarización.	Entrevistas Artículos científicos Juicio de experto. Sisa, B. y Palacios, P. (2019). Implementación de la tecnología biofloc, como una alternativa sostenible para la piscicultura en el municipio de Valle del Guamuez, Departamento del Putumayo, Colombia [Tesis de maestría]. Universidad de Manizales. Marinho, I. (2016). Sistema de energía solar para piscicultura – TO [Tesis de pregrado]. Universidad de Brasilia.	Información obtenida de bases de datos sobre las temáticas abordadas en el PFG. Libros sobre tecnología biofloc y energía solar Normativa legal de Colombia
4. Redactar la guía para que sea un instrumento práctico que contemple los hallazgos de la investigación.	Resultados de tesis o investigaciones realizadas sobre el tema Artículos científicos	

Nota: La Tabla 2 muestra las fuentes de información utilizadas, en correspondencia con cada objetivo, y según sean primarias o secundarias.

3.2 Métodos de Investigación

Los métodos de investigación pueden tener una gran variedad de significados dependiendo del autor al cual se consulte. Para iniciar, Pimienta y de la Orden (2017), definen la palabra método como el camino que se sigue para lograr un objetivo o resolver

algún problema y también la definen como el proceso ordenado de actividades, técnicas y acciones que se sigue para alcanzar una meta. Entonces, la definición que dan para un método aplicado en la investigación, es que “es una forma planificada de trabajar mediante el empleo de habilidades ordenadas para la adquisición de conocimientos” (p. 41).

Por otra parte, García (2016) define los métodos de investigación como la vía para obtener nuevos conocimientos y dar respuesta a los interrogantes de los problemas planteados, permitiendo rechazar o aprobar determinadas hipótesis.

Por último, Zita (2021) define los métodos de investigación como herramientas utilizadas para obtener y analizar datos, las cuales incluyen muestreos, cuestionarios, entrevistas, estudios de caso, métodos experimentales, ensayos y grupos de enfoque.

Entonces, de acuerdo con las definiciones anteriores, se puede decir que los métodos de investigación son un conjunto de procedimientos lógicos en los que se utilizan diferentes herramientas para adquirir conocimientos de la temática investigada y de esta manera dar respuesta a los interrogantes o problemáticas planteadas en la investigación.

3.2.1 Método analítico-sintético

Para Pimienta y de la Orden (2017) el método analítico-sintético consiste en la “descomposición de un fenómeno en partes para analizarlas de manera individual y posteriormente reunir las y estudiarlas en su totalidad” (p. 47).

Estos autores discriminan los dos métodos, definiendo el método analítico como la división de aquello que se está estudiando, descomponiéndolo o fragmentándolo en diferentes partes, para estudiar su composición individual y observar sus causas, naturaleza

y efectos, mientras que el método sintético es descrito como el proceso inverso al método analítico, ya que se caracteriza por la integración o reconstrucción del material fragmentado previamente y de esta manera estudiarlo en su totalidad.

3.2.2 Método cuantitativo

El método cuantitativo “se centra en el análisis e interpretación de los datos, números, indicadores y estadísticas asociadas con el objeto de estudio” (Pimienta y de la Orden, 2017, p. 59).

Su propósito, según de Pelekais (2000), es explicar, predecir o controlar fenómenos mediante un enfoque de obtención de datos numéricos.

3.2.3 Método cualitativo

El método cuantitativo “se apoya en la recolección y resumen de datos cualitativos por medio de actividades de campo, como la realización de entrevistas, así como la observación directa y el análisis documental” (Pimienta y de la Orden, 2017, p. 61).

Su propósito, según de Pelekais (2000), es explicar y adquirir conocimiento de un fenómeno mediante la obtención de datos extensos narrativos.

Ahora bien, en la Tabla 3, se pueden apreciar los métodos de investigación utilizados para el desarrollo de los objetivos definidos para este proyecto.

Tabla 3*Métodos de investigación utilizados*

Objetivos	Métodos de investigación		
	Método analítico-sintético	Método cuantitativo	Método cualitativo
1. Desarrollar el plan de gestión de proyecto del PFG para guiar el desarrollo y la supervisión del trabajo	Se realiza un análisis de las buenas prácticas en la administración de proyectos.	No aplica	Se recopila información de diferentes fuentes de administración de proyectos
2. Comparar los sistemas convencionales usados actualmente en los estanques piscícolas objeto de estudio con los sistemas propuestos para conocer los beneficios y desventajas que se pueden encontrar.	Se realiza el análisis y la descripción de los sistemas usados actualmente, así como el de los sistemas propuestos para posteriormente realizar la comparación.	Se analizan datos históricos sobre el comportamiento de los sistemas.	Se recopila información de diferentes fuentes y se realiza observación directa del proyecto objeto de estudio.
3. Identificar los requisitos para la implementación de la energía solar y la tecnología de sistemas biofloc en los estanque piscícolas de estudio para determinar los elementos que se deben tener en cuenta en la estandarización.	Se realiza el análisis de la información recopilada para determinar los requisitos para la implementación de los sistemas propuestos.	No aplica	Se recopila información de diferentes fuentes para identificar los requisitos.
4. Redactar la guía para que sea un instrumento práctico que contemple	Se analiza y se sintetiza la información recopilada de la	No aplica	Se recopila la información de la investigación realizada.

Objetivos	Métodos de investigación		
	Método analítico-sintético	Método cuantitativo	Método cualitativo
los hallazgos de la investigación.	investigación para la redacción de la guía.		

Nota: La Tabla 3 muestra los métodos de investigación utilizados, en correspondencia con cada objetivo. Autoría propia.

3.3 Herramientas

Las herramientas, según PMI (2017), son “algo tangible como una plantilla o un programa de software, utilizado al realizar una actividad para producir un producto o resultado” (p. 714). Además, el uso de las herramientas y técnicas adecuadas dependen de la naturaleza del proyecto, “especialmente el grado de innovación involucrado, la complejidad del proyecto y el nivel de diversidad entre los miembros del equipo” (p. 102).

Por otra parte, el PMI (2017) agrupa las herramientas y técnicas según su finalidad en seis grupos distintos, en donde el nombre del grupo describe la intención de lo que se debe realizar y las herramientas y técnicas representan los métodos para lograr el cometido. Existen un total de 132 herramientas y técnicas, de las cuales 72 se encuentran agrupadas de la siguiente manera:

- ◆ **Técnicas de recopilación de datos.** Son utilizadas para la recopilación de información y datos de diversas fuentes. En esta categoría se pueden encontrar nueve herramientas y técnicas.

- ◆ **Técnicas de análisis de datos.** Son utilizadas para organizar, examinar y evaluar información y datos. En esta categoría se pueden encontrar 27 herramientas y técnicas.
- ◆ **Técnicas de representación de datos.** Son utilizadas para representar gráficamente datos e información. En esta categoría se pueden encontrar 15 herramientas y técnicas.
- ◆ **Técnicas para la toma de decisiones.** Son utilizadas para seleccionar un curso de acción entre diferentes alternativas. En esta categoría se pueden encontrar dos herramientas y técnicas.
- ◆ **Habilidades de comunicación.** Son utilizadas para transmitir y comunicar la información entre los interesados. En esta categoría se pueden encontrar dos herramientas y técnicas.
- ◆ **Habilidades interpersonales y de equipo.** Son utilizadas para liderar e interactuar efectivamente con los miembros del equipo y otros interesados. En esta categoría se pueden encontrar 17 herramientas y técnicas.

En la Tabla 4, se definen las herramientas utilizadas para cada objetivo propuesto.

Tabla 4

Herramientas utilizadas

Objetivos	Herramientas
1. Desarrollar el plan de gestión de proyecto para guiar el desarrollo y la supervisión del trabajo	Juicio de expertos Reuniones Análisis de datos

Objetivos	Herramientas
2. Comparar los sistemas convencionales usados actualmente en los estanques piscícolas objeto de estudio con los sistemas propuestos para conocer los beneficios y desventajas que se pueden encontrar.	Recopilación de datos Estudios comparativos Entrevistas Análisis de documentos Análisis FODA Observación
3. Identificar los requisitos para la implementación de la energía solar y la tecnología de sistemas biofloc en los estanque piscícolas de estudio para determinar los elementos que se deben tener en cuenta en la estandarización.	Recopilación de datos Análisis de documentos Entrevistas Juicio de expertos
4. Redactar la guía para que sea un instrumento práctico que contemple los hallazgos de la investigación.	Recopilación de datos Análisis de documentos Juicio de expertos

Nota: La Tabla 4 muestra las herramientas utilizadas, en correspondencia con cada objetivo. Autoría propia.

3.4 Supuestos y restricciones

Según PMI (2017), los supuestos y las restricciones de alto nivel son identificados generalmente antes de iniciar el proyecto en el caso de negocio, para luego ser incluidos en el acta de constitución del proyecto. Por su parte, los supuestos de tareas y actividades de menor nivel se generan a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Cabe destacar que la importancia de las restricciones es diferente en cada proyecto, y por lo tanto el enfoque debe ser adaptado para su gestión en base al entorno del proyecto, la cultura organizacional, las necesidades de los interesados y otras variables.

Ahora bien, una restricción se define como un “factor limitante que afecta la ejecución de un proyecto, programa, portafolio o proceso” (PMI, 2017, p. 723), mientras que un supuesto se define como un “factor del proceso de planificación que se considera verdadero, real o cierto, sin prueba ni demostración” (PMI, 2017, p. 725).

Los supuestos y restricciones, y su relación con los objetivos del proyecto final de graduación, se ilustran en la Tabla 5, a continuación.

Tabla 5

Supuestos y restricciones

Objetivos	Supuestos	Restricciones
<p>1. Desarrollar el plan de gestión de proyecto para guiar el desarrollo y la supervisión del trabajo</p>	<p>Se cuenta con las fuentes de administración de proyectos necesaria para el desarrollo del plan.</p> <p>Los recursos que se utilizarán para el desarrollo del proyecto serán internos (propios), por lo cual no será necesario realizar ninguna adquisición externa.</p>	<p>El tiempo es limitado para el desarrollo del PFG</p>
<p>2. Comparar los sistemas convencionales usados actualmente en los estanques piscícolas objeto de estudio con los sistemas propuestos para conocer los beneficios y desventajas que se pueden encontrar.</p>	<p>Se cuenta con el apoyo y la autorización del propietario del proyecto para consultar la información necesaria y describir los sistemas usados actualmente.</p> <p>Se cuenta con la información necesaria para describir los sistemas propuestos.</p>	<p>El desarrollo del proyecto será meramente teórico, lo cual no implica la implementación de los sistemas propuestos.</p> <p>El tiempo para realizar visitas al lugar del proyecto es limitado.</p> <p>No se cuenta con un proyecto que tenga implementado los dos sistemas propuestos.</p> <p>El tiempo es limitado para el desarrollo del PFG</p>

Objetivos	Supuestos	Restricciones
3. Identificar los requisitos para la implementación de la energía solar y la tecnología de sistemas biofloc en los estanque piscícolas de estudio para determinar los elementos que se deben tener en cuenta en la estandarización.	Se cuenta con información necesaria para la identificación de los requisitos para la implementación de los sistemas.	El tiempo es limitado para el desarrollo del PFG
4. Redactar la guía para que sea un instrumento práctico que contemple los hallazgos de la investigación.	Se cuenta con la información necesaria para la redacción de la guía.	El tiempo es limitado para el desarrollo del PFG

Nota: La Tabla 5 muestra supuestos y restricciones utilizadas en correspondencia con cada objetivo. Autoría propia.

3.5 Entregables

Según PMI (2017), un proyecto se ejecuta para cumplir los objetivos planteados mediante la producción de entregables, donde los objetivos son la meta que se desea alcanzar o el resultado que se quiere obtener al finalizar el proyecto. Es por ello que los entregables deben estar acorde a los objetivos planteados. Un entregable entonces se define como “cualquier producto, resultado o capacidad única y verificable para ejecutar un servicio que se debe producir para completar un proceso, una fase o un proyecto” (PMI, 2017, p. 4).

Es importante mencionar que el cumplimiento de los objetivos puede producir uno o más entregables, los cuales pueden ser un producto, servicio o resultado único o una combinación única de uno o más productos, servicios o resultados.

En la Tabla 6, se definen los entregables para cada objetivo propuesto.

Tabla 6

Entregables

Objetivos	Entregables
1. Desarrollar el plan de gestión de proyecto para guiar el desarrollo y la supervisión del trabajo	Plan de gestión de proyecto, este documento enuncia como se llevará a cabo el proyecto durante su ciclo de vida.
2. Comparar los sistemas convencionales usados actualmente en los estanques piscícolas objeto de estudio con los sistemas propuestos para conocer los beneficios y desventajas que se pueden encontrar.	Comparación de los sistemas actuales y los propuestos. Este documento contempla la descripción de cada sistema y un análisis FODA.
3. Identificar los requisitos para la implementación de la energía solar y la tecnología de sistemas biofloc en los estanque piscícolas de estudio para determinar los elementos que se deben tener en cuenta en la estandarización.	Definición de los requisitos técnicos y del marco legal para la implementación de los sistemas propuestos.
4. Redactar la guía para que sea un instrumento práctico que contemple los hallazgos de la investigación.	Documento con la guía metodológica para la gestión de proyectos de energía solar y sistemas con tecnología biofloc en estanques piscícolas, en el cual se recopila la información de la investigación realizada.

Nota: La Tabla 6 muestra los entregables del proyecto, en correspondencia con cada objetivo. Autoría propia.

4 DESARROLLO

4.1 Plan de Gestión del Proyecto

4.1.1 Acta de Constitución del Proyecto

El acta de constitución del proyecto es el documento que formaliza el inicio o la existencia del proyecto y le otorga autoridad al director del proyecto para asignar los recursos a las actividades correspondientes. En este documento se puede encontrar información de alto nivel del proyecto y del producto como el nombre del proyecto, los objetivos, su descripción, los entregables, la lista de interesados clave, el resumen del cronograma de hitos, entre otros. (PMI, 2017)

A continuación, en la Tabla 7, se presenta el acta de constitución del proyecto.

Tabla 7

Acta de constitución del proyecto

ACTA DEL PROYECTO	
Fecha	Nombre de Proyecto
7 de febrero	Propuesta metodológica para la gestión de proyectos de energía solar y sistemas con tecnología biofloc en estanques piscícolas.
Áreas de conocimiento / procesos:	Área de aplicación (Sector / Actividad):
Procesos: Inicio, planificación Áreas: Gestión del alcance, gestión del cronograma, gestión de la calidad, gestión de los recursos, gestión de las comunicaciones, gestión de riesgos, gestión de los interesados	Sector: Agropecuario Actividad: Piscícola

Fecha de inicio del proyecto	Fecha tentativa de finalización del proyecto
7 de febrero de 2022	9 de mayo de 2022
Objetivos del proyecto (general y específicos)	
<p>Objetivo general Desarrollar una guía metodológica para la gestión de proyectos de energía solar y sistemas con tecnología biofloc en estanques piscícolas para disminuir el costo energético y optimizar el consumo de agua dulce.</p> <p>Objetivos específicos</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Desarrollar el plan de gestión de proyecto para guiar el desarrollo y la supervisión del trabajo. 2. Comparar los sistemas convencionales usados actualmente en los estanques piscícolas objeto de estudio con los sistemas propuestos para conocer los beneficios y desventajas que se pueden encontrar. 3. Identificar los requisitos para la implementación de la energía solar y la tecnología de sistemas biofloc en los estanques piscícolas de estudio para determinar los elementos que se deben tener en cuenta en la estandarización. 4. Redactar la guía para para que sea un instrumento práctico que contemple los hallazgos de la investigación. 	
Justificación o propósito del proyecto (Aporte y resultados esperados)	
<p>Esta guía se realizará para resolver dos problemáticas identificadas dentro de la región donde se está desarrollando un proyecto del sector piscícola o acuícola, que se encuentra ubicado en la finca Utopía en región rural del municipio de Tena, Cundinamarca en la vereda Escalante, las cuales son la escasez de agua dulce en ciertas temporadas del año y el alto costo de la energía eléctrica, así como los frecuentes cortes de esta última.</p> <p>Además, de acuerdo con la información suministrada por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia, el consumo per cápita del subsector pecuario de la pesca y la acuicultura del año 2019 fue de 7.8 kg/persona/año, mientras que para el año 2020, el consumo fue de 8.8 kg/persona/año, lo que demuestra una creciente demanda de estos productos, y por ello se ve la necesidad de crear esta guía con el fin de desarrollar un modo de producción más sostenible para este subsector.</p> <p>Entre los beneficios de la implementación de los sistemas propuestos se encuentra la reducción del uso del agua dulce, el incremento de producción piscícola, por lo cual en el momento en que el sistema se establezca, puede generar crecimiento económico en la región, el tratamiento in situ de los residuos generados, la producción de alimento gracias a los microorganismos del sistema biofloc, el cual ayuda a la disminución del costo del alimento concentrado y finalmente, la disminución del costo de la energía eléctrica gracias a la utilización de energías renovables.</p>	

Descripción del producto o servicio que generará el proyecto – Entregables finales del proyecto
<p>El producto final de este proyecto es la propuesta de una guía metodológica para la gestión de proyectos de la energía solar fotovoltaica y el sistema biofloc en estanques piscícolas, para ello se desarrolla la comparación de los sistemas actuales y propuestos; se definen los requerimientos y especificaciones técnicas y del marco legal de los sistemas propuestos y finalmente un documento en donde se recopilen los hallazgos de la investigación.</p>
Supuestos
<ul style="list-style-type: none"> • La guía propuesta se entregará en los plazos establecidos. • Se cuenta con la autorización por parte del dueño del proyecto de piscicultura • Se tendrá acceso a la información necesaria para llevar a cabo el proyecto • Interés del propietario del proyecto en implementar la guía una vez esté finalizada.
Restricciones
<ul style="list-style-type: none"> • El tiempo de desarrollo del proyecto está limitado a 12 semanas • El tiempo para realizar visitas al lugar del proyecto de estudio es limitado. • No se cuenta con un proyecto que tenga implementado los sistemas propuestos. • La tecnología del sistema biofloc se usa desde hace poco en el país, por lo cual no hay muchos expertos en el tema. • Solo se tendrá en cuenta una finca de la región de Tena, Cundinamarca para el desarrollo de este proyecto. • El desarrollo de este proyecto es meramente teórico, no implica la implementación de ninguno de los sistemas propuestos. • Disponibilidad de tiempo de los expertos en los sistemas para consultar información.
Identificación riesgos
<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de información por daños en el equipo o programas en donde se está desarrollando el proyecto. • Nuevo confinamiento por un nuevo pico de la pandemia del COVID, lo cual no permitiría realizar las giras al proyecto objeto de estudio. • Demoras en la obtención de información por parte de los dueños del proyecto piscícola de estudio y los expertos en los sistemas propuestos debido a la disponibilidad de tiempo. • Fallas en la comunicación con los dueños del proyecto piscícola de estudio debido a la cobertura de la red del servicio de comunicaciones dado que el proyecto se encuentra en una zona rural y en ocasiones el servicio presenta grandes fallas.

Principales hitos y fechas	
Nombre hito	Fecha final
Plan de gestión del proyecto	06/03/2022
Comparación de los sistemas actuales y los propuestos	27/03/2022
Definición de los requisitos técnicos y del marco legal para la implementación de los sistemas propuestos	17/04/2022
Guía propuesta redactada	09/05/2022
Información histórica relevante	
<p>El proyecto piscícola objeto de estudio hace parte de la Corporación Educativa Mas Social ESAL. Se encuentra ubicado en la vereda Escalante, en el municipio de Tena, Cundinamarca. Este proyecto nace aproximadamente hace un año gracias a un programa desarrollado por la Agencia de Desarrollo Rural denominado Proyectos Integrales de Desarrollo Agropecuario y Rural – PIDAR, al cual se presentaron varios habitantes de la vereda por medio de la Junta de Acción Comunal, en el cual quedaron seleccionados para seguir con el debido proceso, pero a causa de la pandemia, el programa quedó pausado temporalmente, por lo cual solo los habitantes que contaban con la capacidad financiera continuaron con el proceso.</p> <p>La finca en donde se encuentra ubicado el proyecto, ya contaba con unos estanques de agua, lo cual facilitó la implementación del proyecto y hoy en día cuenta con cuatro estanques sumergidos y tres tanques zamorano.</p>	
Identificación de grupos de interés (involucrados)	
<p>Involucrados Directos: Director del proyecto, equipo de proyecto, administrador del proyecto piscícola, expertos en los sistemas propuestos.</p> <p>Involucrados Indirectos: Coordinador de Proyectos de la Corporación Educativa Mas Social, junta de acción comunal de la vereda, habitantes de la región.</p>	
Director de proyecto:	Firma:
Autorización de:	Firma:

4.1.2 Plan de Gestión del Alcance

El plan de gestión del alcance del proyecto comprende los procesos en los cuales se determina el trabajo necesario para desarrollar el proyecto con éxito, y dentro de este, se contempla la descripción del enunciado del alcance y a partir de ello, se crea la EDT y se establecen los entregables. Además, también es importante desarrollar la matriz de trazabilidad de requisitos, la cual es una tabla que permite visualizar los requisitos y su

vinculación con el objetivo que le dio origen y de esta manera realizar un monitoreo y control a lo largo del ciclo de vida del proyecto. (PMI, 2017)

A continuación, en la Tabla 8, se presenta la matriz de trazabilidad de requisitos y en la Tabla 9, el enunciado del alcance del proyecto.

Tabla 8*Matriz de trazabilidad de requisitos*

ID	Requisito	Tipo	Prioridad	Estado	Sustento de inclusión	Objetivo	Entregable	Validación
RE01	El proyecto debe desarrollarse en el tiempo previsto y cumplir con el presupuesto planificado	RPY	Alta	Activo	Solicitado por el patrocinador	Cumplir con el cronograma del proyecto	Plan de gestión del cronograma y costo	Director de proyecto
RE02	Diseñar el plan de gestión del proyecto con base en la Guía del PMBOK®	RPY	Alta	Activo	Solicitada por el asesor del proyecto	Desarrollar el plan de gestión del proyecto	Plan de gestión	Director de proyecto
RE03	Realizar un análisis FODA de los sistemas propuestos en la guía.	RPD	Alta	Activo	Solicitado por el Director de proyecto	Cumplir con el alcance del proyecto y producto	Comparación entre los sistemas actuales y propuestos	Director de proyecto
RE04	Realizar entrevistas a expertos en los sistemas propuestos para determinar las especificaciones técnicas y requisitos del marco legal.	RPD	Alta	Activo	Solicitado por el Director de proyecto	Cumplir con el alcance del proyecto y producto	Definición de los requisitos técnicos y del marco legal para la implementación de los sistemas propuestos.	Director de proyecto
RE05	Presentar un documento final donde se incluya la información consolidada de la investigación realizada, que sea clara y concisa.	RPD	Alta	Activo	Solicitada por el patrocinador	Cumplir con el alcance del proyecto y producto	Guía propuesta.	Director de proyecto

Nota: Requisito de proyecto (RPY), requisito de producto (RPD). Autoría propia.

Tabla 9*Enunciado del alcance del proyecto*

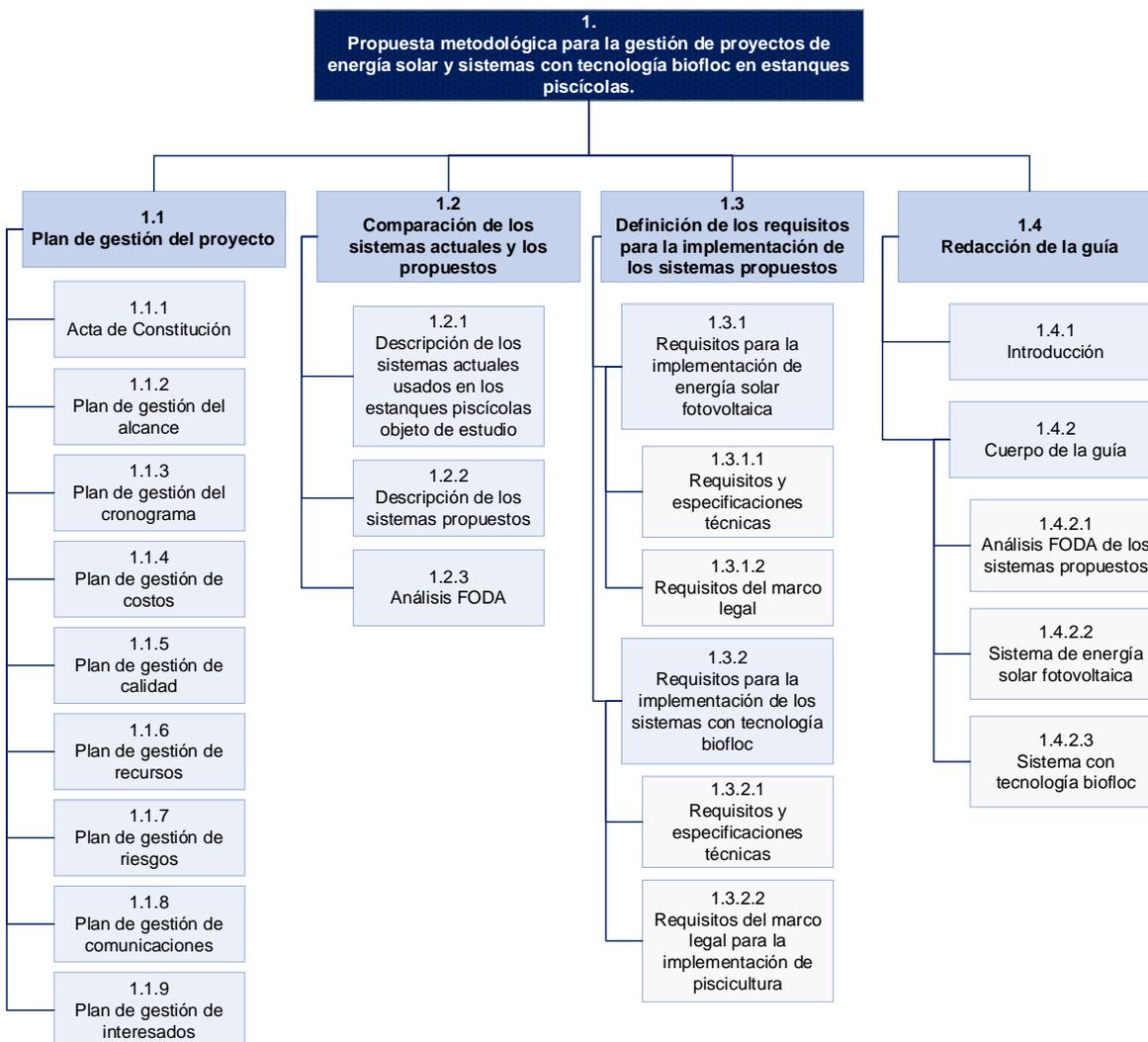
ENUNCIADO DEL ALCANCE DEL PROYECTO	
Nombre del proyecto	Propuesta metodológica para la gestión de proyectos de energía solar y sistemas con tecnología biofloc en estanques piscícolas.
Descripción del alcance del proyecto	
<p>El proyecto pretende realizar la propuesta de una guía metodológica para la gestión de proyectos de energía solar y sistemas con tecnología biofloc en un proyecto piscícola ubicado en la vereda Escalante del municipio de Tena, Cundinamarca. Este proyecto se realizará teniendo en cuenta la situación actual del proyecto piscícola de estudio, en donde se presentará un análisis comparativo presentando los beneficios y desventajas respecto a los sistemas propuestos, así como las especificaciones técnicas y normativas legales vigentes para su implementación.</p> <p>Los objetivos trazados para el proyecto son:</p> <p>Objetivo general</p> <p>Desarrollar una guía metodológica para la gestión de proyectos de energía solar y sistemas con tecnología biofloc en estanques piscícolas para disminuir el costo energético y optimizar el consumo de agua dulce.</p> <p>Objetivos específicos</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Desarrollar el plan de gestión de proyecto para guiar el desarrollo y la supervisión del trabajo. 2. Comparar los sistemas convencionales usados actualmente en los estanques piscícolas objeto de estudio con los sistemas propuestos para conocer los beneficios y desventajas que se pueden encontrar. 3. Identificar los requisitos para la implementación de la energía solar y la tecnología de sistemas biofloc en los estanques piscícolas de estudio para determinar los elementos que se deben tener en cuenta en la estandarización. 4. Redactar la guía para para que sea un instrumento práctico que contemple los hallazgos de la investigación. 	
Entregables del proyecto	
<p>Los principales entregables del proyecto son:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Plan de gestión del proyecto, en donde se contempla el desarrollo del acta de constitución y los planes de gestión de alcance, cronograma, costos, calidad, recursos, riesgos, comunicaciones e interesados. 	

<ol style="list-style-type: none"> 2. Comparación entre los sistemas actuales y los propuestos 3. Definición de los requisitos técnicos y del marco legal para la implementación de los sistemas propuestos 4. Guía propuesta con la información de la investigación consolidada.
<p>Criterios de aceptación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los planes de gestión deben estar alineados con las buenas prácticas de la administración de proyectos de la Guía del PMBOK y deben servir como herramienta de seguimiento y control del proyecto. • Se espera que la guía contemple los hallazgos de la investigación, en donde se incluye la comparación realizada y la definición de los requisitos técnicos y del marco legal para la implementación de los sistemas propuestos.
<p>Exclusiones del proyecto</p> <p>El proyecto no contempla:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La implementación de la guía. • La capacitación de los sistemas propuestos en la guía. • Estudio de viabilidad técnica y económica de los sistemas propuestos.
<p>Limitaciones del proyecto</p> <ul style="list-style-type: none"> • El proyecto debe ser entregado en 12 semanas. • El presupuesto es limitado. • Este proyecto se limita a la redacción de la guía consolidando los hallazgos de la investigación y los documentos presentados.

Nota: Autoría propia.

Una vez definido el enunciado del alcance del proyecto y la matriz de trazabilidad de requisitos, se procede a la creación de la EDT, la cual permite dividir y subdividir los entregables del proyecto en componentes más pequeños y fáciles de manejar. (PMI, 2017)

A continuación, en la Figura 11, se presenta la EDT del proyecto.

Figura 11*Estructura de desglose de trabajo*

Nota: Autoría propia.

A continuación, se presenta el diccionario de la EDT.

Tabla 10*Diccionario de la EDT*

Código EDT	Descripción del trabajo	Supuestos	Responsable	Hitos del cronograma	Criterios de aceptación
1.1.1	Se realizará el acta de constitución, en donde se documenta información de alto nivel sobre el proyecto.	El patrocinador brindará la información necesaria para desarrollar el acta.	Patrocinador Director de proyecto	Entrega plan de gestión del proyecto	El equipo de proyecto debe recibir una copia del acta y esta deberá ser socializada en una reunión inicial con el equipo, el director y patrocinador. Debe contener información de alto nivel del proyecto.
1.1.2	Se realizará el plan de gestión del alcance en donde se define el trabajo necesario para desarrollar el proyecto con éxito.	Se tiene claridad sobre el objetivo y requerimientos del proyecto	Equipo de proyecto Director de proyecto	Entrega plan de gestión del proyecto	Debe tener una descripción más detallada sobre el alcance y el trabajo necesario para desarrollar el proyecto.
1.1.3	Se realizará el plan de gestión del cronograma en donde se determinan las actividades y la duración de las mismas para el desarrollo del proyecto.	El acta y el alcance del proyecto han sido aprobados. Se contará con la información necesaria para desarrollar el plan. El cronograma se ajusta al tiempo estipulado para el desarrollo del proyecto.	Equipo de proyecto Director de proyecto	Entrega plan de gestión del proyecto	Debe tener las actividades determinadas para el desarrollo del proyecto con su respectiva duración y actividades predecesoras.
1.1.4	Se realizará el plan de gestión de costos en donde se determinan los costos del proyecto	El acta y el alcance del proyecto han sido aprobados. Se contará con la información necesaria para desarrollar el plan.	Equipo de proyecto Director de proyecto	Entrega plan de gestión del proyecto	Debe ser aprobado por el director de proyecto.

Código EDT	Descripción del trabajo	Supuestos	Responsable	Hitos del cronograma	Criterios de aceptación
		Los costos se ajustan a lo establecido.			
1.1.5	Se realizará el plan de gestión de calidad para definir las políticas y métricas de calidad del proyecto.	El acta del proyecto ha sido aprobada. Se contará con la información necesaria para desarrollar el plan.	Equipo de proyecto Director de proyecto	Entrega plan de gestión del proyecto	Debe tener definidos los roles y las políticas claramente y ser socializadas con todo el equipo del proyecto.
1.1.6	Se realizará el plan de gestión de recursos para determinar los recursos necesarios para la ejecución del proyecto.	El acta del proyecto ha sido aprobada. Se contará con la información necesaria para desarrollar el plan.	Equipo de proyecto Director de proyecto	Entrega plan de gestión del proyecto	Debe detallar los roles y responsabilidades de cada interesado y ser socializadas con todo el equipo del proyecto.
1.1.7	Se realizará el plan de gestión de riesgos para identificar los posibles riesgos y realizará un plan de respuesta para su mitigación.	El acta del proyecto ha sido aprobada. Se contará con la información necesaria para desarrollar el plan.	Equipo de proyecto Director de proyecto	Entrega plan de gestión del proyecto	Debe presentar el plan de respuesta a los riesgos identificados, con la estrategia y las acciones correctivas.
1.1.8	Se realizará el plan de gestión de comunicaciones para mantener informados a los interesados del proyecto y satisfacer sus necesidades.	El acta del proyecto ha sido aprobada. Se contará con la información necesaria para desarrollar el plan.	Equipo de proyecto Director de proyecto	Entrega plan de gestión del proyecto	Debe presentar los tipos de comunicaciones que se van a manejar a lo largo del proyecto, la frecuencia de cada comunicación, a quien va dirigido, el responsable y su propósito.
1.1.9	Se realizará el plan de gestión de interesados para determinar los interesados del proyecto y determinar las estrategias y acciones de involucramiento de cada uno.	El acta del proyecto ha sido aprobada. Se contará con la información necesaria para desarrollar el plan.	Equipo de proyecto Director de proyecto	Entrega plan de gestión del proyecto	Debe identificar a todos los interesados del proyecto y evaluar su nivel de poder e interés en el proyecto.
1.2.1	Se realizará la descripción de los sistemas que se utilizan	Se contará con el apoyo del administrador del proyecto	Equipo de proyecto	Entrega comparación de sistemas	La información debe estar redactada de forma ordenada y clara. La información deberá ser confirmada y

Código EDT	Descripción del trabajo	Supuestos	Responsable	Hitos del cronograma	Criterios de aceptación
	actualmente en el proyecto piscícola.	piscícola para realizar la descripción.	Director de proyecto	actuales y sistemas propuestos	aprobada por el administrador del proyecto piscícola.
1.2.2	Se realizará la descripción de los sistemas de energía solar fotovoltaica y la tecnología biofloc.	Se contará con el apoyo de expertos en los sistemas para realizar la descripción. Se tiene disponibilidad de diferentes referencias bibliográficas para complementar la descripción.	Equipo de proyecto Director de proyecto	Entrega comparación de sistemas actuales y sistemas propuestos	La información debe estar redactada de forma ordenada y clara
1.2.3	Se realizará el análisis FODA con base en la información investigada sobre los sistemas utilizados y los propuestos para determinar las ventajas y desventajas de cada uno de los sistemas propuestos.	Se contará con la información necesaria para desarrollar el análisis.	Equipo de proyecto Director de proyecto	Entrega comparación de sistemas actuales y sistemas propuestos	El análisis debe ser comprensible y objetivo.
1.3.1.1	Se realizará la definición de los requisitos y especificaciones del sistema solar fotovoltaico	Se contará con la información necesaria para definir los requisitos.	Equipo de proyecto Director de proyecto	Entrega de la difusión de los requisitos	Los requisitos deben ser claros y comprensibles.
1.3.1.2	Se realizará la definición de los requisitos del marco legal del sistema solar fotovoltaico en Colombia	Se contará con la información necesaria para definir los requisitos.	Equipo de proyecto Director de proyecto	Entrega de la difusión de los requisitos	Los requisitos deben ser claros y comprensibles.
1.3.2.1	Se realizará la definición de los requisitos y especificaciones de la tecnología biofloc.	Se contará con la información necesaria para definir los requisitos.	Equipo de proyecto Director de proyecto	Entrega de la difusión de los requisitos	Los requisitos deben ser claros y comprensibles.
1.3.2.2	Se realizará la definición de los requisitos del marco legal para la implementación de piscicultura.	Se contará con la información necesaria para definir los requisitos.	Equipo de proyecto	Entrega de la difusión de los requisitos	Los requisitos deben ser claros y comprensibles.

Código EDT	Descripción del trabajo	Supuestos	Responsable	Hitos del cronograma	Criterios de aceptación
			Director de proyecto		
1.4.1	Se realizará la introducción de la guía en donde se presente información de alto nivel de la temática de la guía.	-	Equipo de proyecto Director de proyecto	Entrega de la guía	La información redactada de forma ordenada y clara.
1.4.2.1	Se realizará el desarrollo del análisis FODA de los sistemas propuestos, teniendo en cuenta la comparación realizada de los sistemas usados actualmente y los sistemas propuestos.	-	Equipo de proyecto Director de proyecto	Entrega de la guía	La información debe tener concordancia con la investigación realizada previamente y estar redactada de forma clara y ordenada.
1.4.2.2	Se realizará la descripción del sistema y los requisitos para la implementación de energía solar fotovoltaica, teniendo en cuenta la investigación realizada.	-	Equipo de proyecto Director de proyecto	Entrega de la guía	La información debe tener concordancia con la investigación realizada previamente y estar redactada de forma clara y ordenada.
1.4.2.3	Se realizará la descripción del sistema y de los requisitos para la implementación del sistema con tecnología biofloc, teniendo en cuenta la investigación realizada.	-	Equipo de proyecto Director de proyecto	Entrega de la guía	La información debe tener concordancia con la investigación realizada previamente y estar redactada de forma clara y ordenada.

Nota: Autoría propia.

De acuerdo con el enunciado del alcance del proyecto, se tienen cuatro entregables principales, los cuales deben ser entregados al patrocinador del proyecto con el fin de que sean revisados, validados y aprobados, teniendo en cuenta las especificaciones y el alcance definidos al inicio del proyecto.

Por su parte, para el proceso de control del alcance, se propone utilizar técnicas descritas por el PMI (2017):

- **Análisis de variación:** se utiliza para comparar la línea base con los resultados del proyecto, con el fin de determinar si la variación está dentro de lo esperado o si la acción correctiva o preventiva es apropiada.
- **Análisis de tendencias:** se evalúa el desempeño del proyecto durante todo el ciclo de vida, con el fin de determinar si está mejorando o deteriorando.

Una vez realizados los análisis descritos anteriormente, se deberá realizar un informe de desempeño en donde se presentarán los resultados de los análisis, así como las solicitudes de cambio que se consideren pertinentes.

4.1.3 Plan de Gestión del Cronograma

El plan de gestión del cronograma comprende los procesos para desarrollar, gestionar y controlar el cronograma (Lledó, 2017). Además, su beneficio es que proporciona guía y dirección sobre la gestión del cronograma en el proyecto durante su ciclo de vida.

Para desarrollar el cronograma es necesario identificar y documentar las actividades necesarias para desarrollar los entregables del proyecto, para lo cual se toma la EDT definida en la gestión del alcance.

A continuación, en la Tabla 11, se presenta la definición de las actividades.

Tabla 11

Definición de las actividades

ID Tarea	Código EDT	Nombre de la tarea	Tipo
1	1.1	Plan de gestión del proyecto	Paquete de trabajo
2	1.1.1	Desarrollar el acta de constitución	Actividad
3	1.1.2	Desarrollar el plan de gestión del alcance	Actividad
4	1.1.3	Desarrollar el plan de gestión del cronograma	Actividad
5	1.1.4	Desarrollar el plan de gestión de costos	Actividad
6	1.1.5	Desarrollar el plan de gestión de calidad	Actividad
7	1.1.6	Desarrollar el plan de gestión de recursos	Actividad
8	1.1.7	Desarrollar el plan de gestión de riesgos	Actividad
9	1.1.8	Desarrollar el plan de gestión de comunicaciones	Actividad
10	1.1.9	Desarrollar el Plan de gestión de interesados	Actividad
11	1.2	Comparación de los actuales y los propuestos	Paquete de trabajo
12	1.2.1	Describir los sistemas actuales usados en los estanques piscícolas objeto de estudio	Actividad
13	1.2.2	Describir los sistemas propuestos	Actividad
14	1.2.3	Desarrollar el análisis FODA	Actividad
15	1.3	Definición de los requisitos para implementación de los sistemas propuestos	Paquete de trabajo
16	1.3.1	Definir los requisitos para la implementación de energía solar fotovoltaica	Actividad

ID Tarea	Código EDT	Nombre de la tarea	Tipo
17	1.3.1.1	Definir los requisitos y especificaciones técnicas	Actividad
18	1.3.1.2	Definir los requisitos del marco legal	Actividad
19	1.3.2	Definir los requisitos para la implementación de los sistemas con tecnología biofloc	Actividad
20	1.3.2.1	Definir los requisitos y especificaciones técnicas	Actividad
21	1.3.2.2	Definir los requisitos del marco legal	Actividad
22	1.4	Redacción de la guía	Paquete de trabajo
24	1.4.1	Desarrollar la introducción	Actividad
25	1.4.2	Desarrollar el cuerpo de la guía	Actividad
26	1.4.2.1	Describir el análisis FODA de los sistemas propuestos	Actividad
27	1.4.2.2	Describir el sistema y los requisitos para la implementación de energía solar fotovoltaica	Actividad
28	1.4.2.3	Describir el sistema y los requisitos para la implementación del sistema con tecnología biofloc	Actividad

Nota: Autoría propia.

Una vez definidas las actividades, se realiza la definición de los hitos, los cuales son:

1. Entrega del plan de gestión del proyecto
2. Entrega de la comparación de los sistemas utilizados actualmente y los sistemas propuestos.
3. Entrega de la definición de los requisitos de especificaciones técnicas y del marco legal para la implementación de los sistemas propuestos.
4. Entrega del documento que contenga la redacción de la guía.

Luego, se realiza la secuenciación de las actividades, que consiste en identificar y documentar las relaciones entre las actividades del proyecto para definir una secuencia lógica del trabajo y de esta manera obtener la máxima eficiencia. (PMI, 2017)

A continuación, en la Tabla 12, se presenta la secuenciación de las actividades.

Tabla 12

Secuenciación de las actividades

ID Tarea	Código EDT	Nombre de la tarea	Predecesoras
1	1.1	Plan de gestión del proyecto	
2	1.1.1	Acta de constitución	
3	1.1.2	Plan de gestión del alcance	2
4	1.1.3	Plan de gestión del cronograma	3
5	1.1.4	Plan de gestión de costos	4
6	1.1.5	Plan de gestión de calidad	5
7	1.1.6	Plan de gestión de recursos	6
8	1.1.7	Plan de gestión de riesgos	7
9	1.1.8	Plan de gestión de comunicaciones	8
10	1.1.9	Plan de gestión de interesados	9
11	Hito	Entrega plan de gestión de proyecto	10
12	1.2	Comparación de los actuales y los propuestos	
13	1.2.1	Descripción de los sistemas actuales usados en los estanques piscícolas objeto de estudio	11
14	1.2.2	Descripción de los sistemas propuestos	13
15	1.2.3	Análisis FODA	13, 14
16	Hito	Entrega comparación de los sistemas.	15
17	1.3	Definición de los requisitos para implementación de los sistemas propuestos	

ID Tarea	Código EDT	Nombre de la tarea	Predecesoras
18	1.3.1	Requisitos para la implementación de energía solar fotovoltaica	
19	1.3.1.1	Requisitos y especificaciones técnicas	16
20	1.3.1.2	Requisitos del marco legal	19
21	1.3.2	Requisitos para la implementación de los sistemas con tecnología biofloc	
22	1.3.2.1	Requisitos y especificaciones técnicas	20
23	1.3.2.2	Requisitos del marco legal	22
24	Hito	Entrega definición de requisitos	23
25	1.4	Redacción de la guía	
26	1.4.1	Resumen ejecutivo	24
27	1.4.2	Introducción	26
28	1.4.3	Cuerpo de la guía	
29	1.4.3.1	Análisis FODA de los sistemas propuestos	16, 27
30	1.4.3.2	Sistema de energía solar fotovoltaica	20, 29
31	1.4.3.3	Sistema con tecnología biofloc	23, 30
32	Hito	Entrega de la guía	31

Nota: Autoría propia.

Posteriormente, se realiza la estimación de duración de las actividades, en donde se debe tener en cuenta el tiempo definido para la ejecución del proyecto y de esta manera determinar la cantidad de tiempo necesario para finalizar las actividades. (PMI, 2017)

Para la estimación de duración de las actividades existen diferentes técnicas de estimación, las cuales se basan en información histórica. En este caso, se utilizaron las siguientes técnicas de estimación:

- **Estimación basada en tres valores:** según PMI (2017), consiste en estimar la duración esperada de una actividad basada en la duración más probable

(tM), duración optimista (tO) y duración pesimista (tP). Este tipo de estimación se utiliza cuando existen datos históricos insuficientes o cuando se usan datos subjetivos. Una de las fórmulas más utilizadas es:

$$tE = (tO + tM + tP)/3$$

- **Estimación ascendente:** según PMI (2017), consiste en calcular la duración mediante la suma de estimaciones de los componentes del nivel inferior en la EDT.

A continuación, en la Tabla 13, se presenta la estimación de la duración de las actividades.

Tabla 13

Estimación de la duración de las actividades

ID Tarea	Código EDT	Descripción	Duración Optimista	Duración más Probable	Duración Pesimista	Duración Esperada
1	1.1	Plan de gestión del proyecto	10	28	46	28
2	1.1.1	Acta de constitución	1	3	5	3
3	1.1.2	Plan de gestión del alcance	2	4	6	4
4	1.1.3	Plan de gestión del cronograma	1	3	5	3
5	1.1.4	Plan de gestión de costos	1	3	5	3
6	1.1.5	Plan de gestión de calidad	1	3	5	3
7	1.1.6	Plan de gestión de recursos	1	3	5	3
8	1.1.7	Plan de gestión de riesgos	1	3	5	3

ID Tarea	Código EDT	Descripción	Duración Optimista	Duración más Probable	Duración Pesimista	Duración Esperada
9	1.1.8	Plan de gestión de comunicaciones	1	3	5	3
10	1.1.9	Plan de gestión de interesados	1	3	5	3
11	1.2	Comparación de los actuales y los propuestos	9	21	33	21
12	1.2.1	Descripción de los sistemas actuales usados en los estanques piscícolas objeto de estudio	3	7	11	7
13	1.2.2	Descripción de los sistemas propuestos	3	7	11	7
14	1.2.3	Análisis FODA	3	7	11	7
15	1.3	Definición de los requisitos para implementación de los sistemas propuestos	12	21	30	21
16	1.3.1	Requisitos para la implementación de energía solar fotovoltaica	4	10	16	10
17	1.3.1.1	Requisitos y especificaciones técnicas	2	5	8	5
18	1.3.1.2	Requisitos del marco legal	2	5	8	5
19	1.3.2	Requisitos para la implementación de los sistemas con tecnología biofloc	5	11	17	11
20	1.3.2.1	Requisitos y especificaciones técnicas	2	5	8	5
21	1.3.2.2	Requisitos del marco legal	3	6	9	6
22	1.4	Redacción de la guía	11	21	31	21

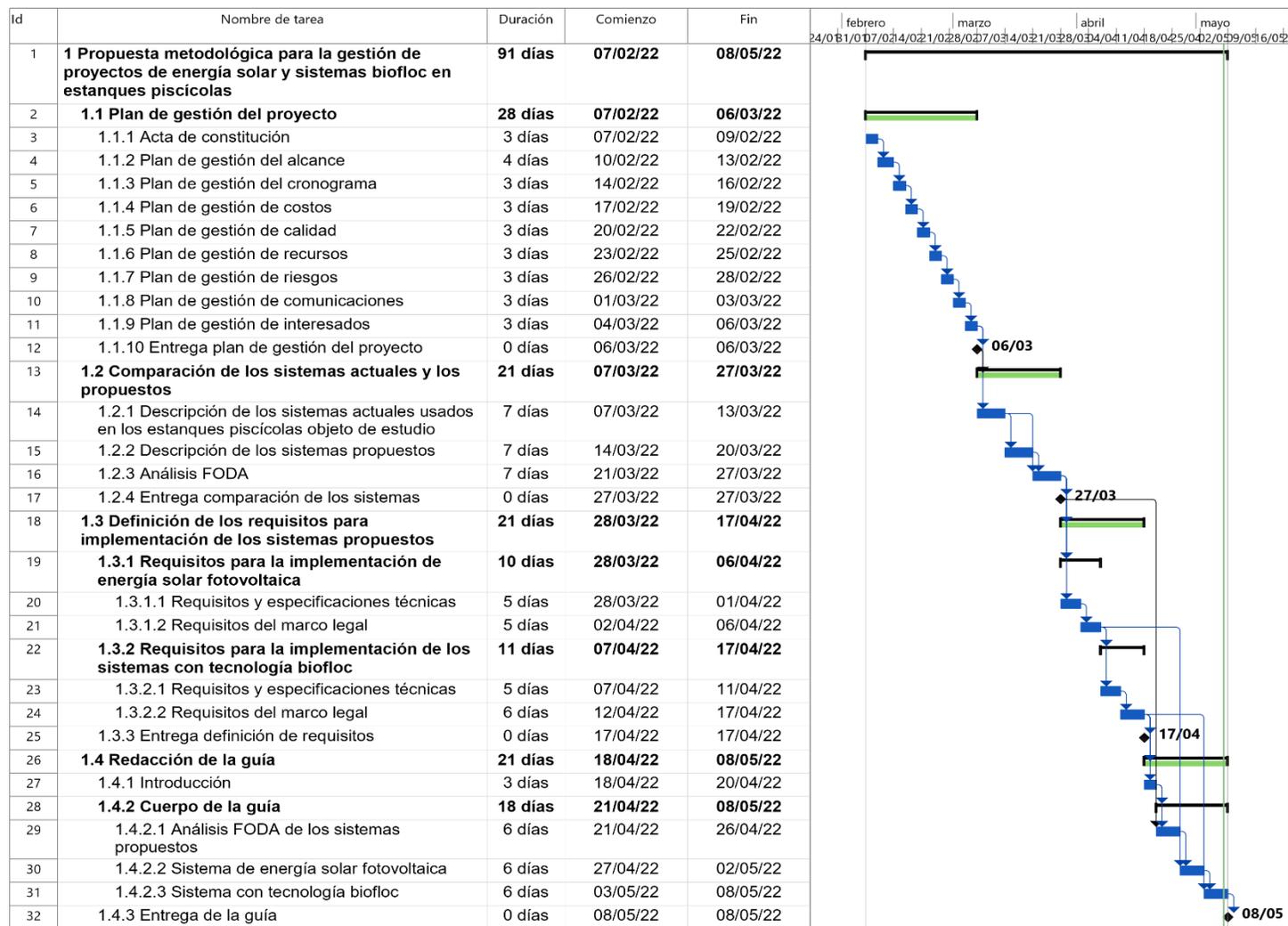
ID Tarea	Código EDT	Descripción	Duración Optimista	Duración más Probable	Duración Pesimista	Duración Esperada
23	1.4.1	Introducción	2	3	4	3
24	1.4.2	Cuerpo de la guía	9	18	27	18
25	1.4.2.1	Análisis FODA de los sistemas propuestos	3	6	9	6
26	1.4.2.2	Sistema de energía solar fotovoltaica	3	6	9	6
27	1.4.2.3	Sistema con tecnología biofloc	3	6	9	6

Nota: Autoría propia.

Finalmente, se desarrolla el cronograma del proyecto, teniendo en cuenta la secuenciación y la estimación de la duración de la actividades. A continuación, en la Figura 12, se presenta el cronograma del proyecto, el cual contiene la duración de las actividades, con la respectiva fecha de inicio y fin de cada una de ellas y su representación mediante el diagrama de Gantt.

Figura 12

Desarrollo del cronograma



Nota: Autoría propia.

Para efectos de controlar el cronograma, se deben realizar revisiones de desempeño del trabajo, con el fin de comparar el trabajo real desarrollado con la línea base del cronograma y de esta manera poder verificar su cumplimiento y presentar las acciones correctivas de ser necesarias.

4.1.4 Plan de Gestión de Costos

El plan de gestión de costos describe cómo se planifican, estructuran y controlan los costos del proyecto. (PMI, 2017)

A continuación, en la Tabla 14, se presenta el plan de gestión de costos.

Tabla 14

Plan de gestión de costos

Componente	Descripción
Unidades de medida	La unidad de medida determinada para estimar el costo será por unidad de entrega de los planes y documentos propuestos y la unidad para los costos será el dólar (USD \$), el cual se manejará con una tasa de cambio de 3950 COP.
Nivel de precisión	Para este proyecto, se trabajarán costos con número redondeados sin decimales.
Nivel de exactitud	El rango aceptable que se utilizará para hacer estimaciones realistas sobre el costo de las actividades, que puede contemplar un determinado monto para contingencias, será de un rango de $\pm 10\%$.
Umbrales de control	Se suelen dejar definidos umbrales de control para permitir desviaciones de costo antes de tomar acciones correctivas o preventivas, por medio de la gestión del riesgo.
Reglas para medición de desempeño	Se definirán los hitos como puntos para realizar la medición de las cuentas de control en el ámbito de la EDT.

Nota: Autoría propia.

Ahora bien, se debe desarrollar la estimación de los costos, la cual es una aproximación del costo de los recursos necesarios para completar el proyecto y de esta manera determinar los recursos monetarios necesarios y a partir de esto, determinar el presupuesto, que consiste en sumar los costos estimados. Los costos estimados para este proyecto, hacen referencia a gastos administrativos y de viáticos, dado que no es necesaria la adquisición de recursos externos.

A continuación, en la Tabla 15, se presenta el presupuesto determinado para el proyecto.

Tabla 15

Presupuesto del proyecto

Código EDT	Nombre de la tarea	Costo Total (USD)
1.1	Plan de gestión del proyecto	\$ 585.00
1.1.1	Acta de constitución	\$ 65.00
1.1.2	Plan de gestión del alcance	\$ 65.00
1.1.3	Plan de gestión del cronograma	\$ 65.00
1.1.4	Plan de gestión de costos	\$ 65.00
1.1.5	Plan de gestión de calidad	\$ 65.00
1.1.6	Plan de gestión de recursos	\$ 65.00
1.1.7	Plan de gestión de riesgos	\$ 65.00
1.1.8	Plan de gestión de comunicaciones	\$ 65.00
1.1.9	Plan de gestión de interesados	\$ 65.00
Hito	Entrega plan de gestión de proyecto	
1.2	Comparación de los sistemas actuales y los propuestos	\$ 180.00
1.2.1	Descripción de los sistemas actuales usados en los estanques piscícolas objeto de estudio	\$ 55.00

Código EDT	Nombre de la tarea	Costo Total (USD)
1.2.2	Descripción de los sistemas propuestos	\$ 55.00
1.2.3	Análisis FODA	\$ 70.00
Hito	Entrega comparación de los sistemas	
1.3	Definición de los requisitos para implementación de los sistemas propuestos	\$ 180.00
1.3.1	Requisitos para la implementación de energía solar fotovoltaica	\$ 90.00
1.3.1.1	Requisitos y especificaciones técnicas	\$ 45.00
1.3.1.2	Requisitos del marco legal	\$ 45.00
1.3.2	Requisitos para la implementación de los sistemas con tecnología biofloc	\$ 90.00
1.3.2.1	Requisitos y especificaciones técnicas	\$ 45.00
1.3.2.2	Requisitos del marco legal	\$ 45.00
Hito	Entrega definición de requisitos	
1.4	Redacción de la guía	\$ 160.00
1.4.1	Introducción	\$ 40.00
1.4.2	Cuerpo de la guía	\$ 120.00
1.4.2.1	Análisis FODA de los sistemas propuestos	\$ 40.00
1.4.2.2	Sistema de energía solar fotovoltaica	\$ 40.00
1.4.2.3	Sistema con tecnología biofloc	\$ 40.00
Hito	Entrega de la guía	
Total USD		\$1,105.00
Gestión de imprevistos y riesgos 4%		\$ 44.20
Total presupuesto del proyecto		\$1,149.20

Nota: Autoría propia.

Para realizar el monitoreo y control de los costos del proyecto, se propone utilizar la técnica de análisis de datos de variación, el cual compara la línea base del cronograma y del costo respecto con el desempeño real. (PMI, 2017)

A continuación, en la Tabla 16, se presentan los indicadores para el análisis de variación.

Tabla 16

Indicadores para el análisis de variación

Análisis Valor Ganado		
	Indicador	Fórmula
Elemento	Duración del proyecto / meses	----
	PV <i>Valor planeado</i>	----
	AC <i>Costo Real</i>	----
	EV <i>Valor ganado</i>	Pvtotal * % Cumplimiento
	BAC <i>Presupuesto hasta conclusión</i>	\sumPvcuenta de control
Variación	CV <i>Variación del costo</i>	EV-AC
	SV <i>Variación del tiempo</i>	EV-PV
	VAC <i>Variación a la conclusión</i>	BAC-EAC
Índice Desempeño	CPI <i>Índice desempeño del costo</i>	CPI=EV/AC
	SPI <i>Índice desempeño del cronograma</i>	SPI=EV/PV
Estimaciones	EACCosto <i>Estimación a la conclusión de costo</i>	EAC=BAC/CPI
	EACTiempo <i>Estimación a la conclusión de tiempo</i>	EAC=Duración/SPI
	ETC <i>Estimación hasta la conclusión</i>	EAC-AC \approx (BAC/CPI)-AC
Índice Desempeño del trabajo	TCPIBAC <i>Índice desempeño del trabajo por completar según presupuesto</i>	(BAC-EV)/(BAC-AC)
	TCPIEAC <i>Índice desempeño del trabajo por completar según estimación</i>	(BAC-EV)/(EAC-AC)

Nota: Autoría propia basado en PMI (2017).

4.1.5 Plan de Gestión de Calidad

La gestión de calidad se realiza con el fin de definir la política de calidad dentro del proyecto, en cuanto a la planificación, gestión y control de los requisitos de calidad del proyecto y el producto, y de esta manera poder lograr una ejecución exitosa. (PMI, 2017)

Roles y responsabilidades de los procesos de calidad

A continuación, en la Tabla 17, se presentan los roles y responsabilidades en cuanto a calidad del proyecto.

Tabla 17

Roles y responsabilidades de calidad

Rol	Responsabilidades
Director del proyecto	Responsable de liderar el equipo de trabajo del proyecto, verificar el cumplimiento del proyecto. Responsable de realizar la verificación de los entregables, de su aprobación y solicitar que se hagan las mejoras correspondientes, en caso de ser necesario.
Equipo de proyecto	Responsable de elaborar los entregables correspondientes teniendo en cuenta los requisitos, procedimientos y calidad requerida para su desarrollo.
Cliente	Realiza las solicitudes detalladas sobre el producto final.

Nota: Autoría propia.

Políticas de calidad del proyecto

Con las políticas de calidad se pretende establecer los lineamientos y directrices generales de la calidad del proyecto. Para ello, se realiza desde tres perspectivas: el enfoque

para la planificación de la calidad del proyecto, el enfoque para el aseguramiento de la calidad del proyecto, y el enfoque para el control de la calidad del proyecto. (UCI, s.f.)

Enfoque para la planificación de la calidad del proyecto:

- Para desarrollar la planificación de la calidad, es necesario tener los documentos de entrada con los cuales se tendrá una base para identificar los requisitos y/o estándares de calidad para el proyecto y sus entregables, para luego identificar los roles y las responsabilidades relacionadas con la gestión de la calidad del proyecto y desarrollar las respectivas métricas de calidad para cada entregable.

Enfoque para la Gestión de la calidad del proyecto:

- El plan de gestión de calidad será el que defina las métricas y criterios de calidad del proyecto.
- Realizar un control permanente del avance del proyecto, verificando y validando el cumplimiento de la calidad.
- Los entregables deben ser elaborados bajo las directrices establecidas y presentar un acta de entrega detallando el contenido del entregable para su aprobación.

Enfoque para el control de la calidad del proyecto:

- Se deberán verificar las métricas desarrolladas dentro del plan de gestión de calidad para cada entregable mediante una lista de chequeo.

Línea base de calidad

La línea base de calidad presenta los factores de éxito y las métricas detalladas, para de esta manera poder supervisar el avance del proyecto en términos de calidad.

Los factores de éxito para el proyecto, teniendo en cuenta la Tabla 8

Matriz de trazabilidad de requisitos, son los siguientes:

1. La ejecución del proyecto debe estar dentro del costo y el presupuesto establecido, es decir, \$ 1,149.20 USD y 91 días calendario. Esto se puede verificar mediante el seguimiento semanal del avance del proyecto, realizando un balance entre lo realizado y lo que falta por realizar para corroborar que tanto el cronograma como el presupuesto se cumplan.
2. El proyecto debe ser planificado y gestionado utilizando las buenas prácticas de la administración de proyectos.
3. Se debe tener un claro conocimiento sobre los sistemas propuestos e información actualizada, con el fin de presentar un análisis detallado de ellos.
4. Para que el documento final tenga toda la información pertinente y requerida, debe existir un buen trabajo en equipo y buena comunicación con los interesados clave del proyecto.

Ahora bien, las métricas son utilizadas para asegurar y controlar la calidad, estas se presentan a continuación en la Tabla 18.

Tabla 18*Métricas de calidad*

Objetivos de calidad	Métrica	Definición de la métrica	Resultado esperado	Frecuencia de medición	Responsable del cumplimiento de la métrica
Cumplimiento del alcance del proyecto	Porcentaje de cumplimiento	Porcentaje de cumplimiento de los entregables	Se espera que los entregables del proyecto tengan un 100% de cumplimiento	Al finalizar	Director de proyecto
Cumplimiento del cronograma	SPI	Índice de desempeño del cronograma	$SPI \geq 1$	Quincenal	Director de proyecto
Cumplimiento del presupuesto	CPI	Índice de desempeño del costo	$CPI \geq 1$	Quincenal	Director de proyecto

Nota: Autoría propia.

Actividades de gestión y control de la calidad

A continuación, se presenta el cuadro con los requisitos de los entregables del proyecto, en donde se muestran tanto las actividades de gestión, que hacen referencia a los costos de calidad preventivos, como las actividades de control, que hacen referencia a los costos de calidad de detección, mencionando la frecuencia con la cual se realizarán dichas actividades y el responsable de su ejecución.

Tabla 19*Actividades de Gestión y Control de la Calidad*

	Entregable	Requisito	Actividades de Gestión y Control	Responsable
1.1	Plan de gestión del proyecto	El plan de gestión debe estar desarrollado teniendo en cuenta las buenas prácticas de la administración de proyectos del PMBOK, su desarrollo debe considerar las áreas de conocimiento necesarias para su ejecución.	<p>Gestión: equipo con conocimiento y experiencia en administración de proyectos basada en PMI.</p> <p>Control: revisión y aprobación de los planes de cada una de las áreas de conocimiento trabajadas por parte del Director de proyecto.</p>	Director de proyecto
1.2	Comparación de los sistemas actuales y los propuestos	El documento debe contener la descripción de los sistemas con los que se trabaja actualmente, así como los sistemas propuestos. Además, debe tener un análisis FODA de los sistemas propuestos.	<p>Gestión: se realizarán visitas al proyecto piscícolas para realizar un análisis de la situación actual, además, se realizarán entrevistas al administrador de dicho proyecto, así como a expertos en los sistemas propuestos, además, se realizarán revisiones de diferentes referencias actuales. El equipo debe tener conocimiento en el manejo de herramientas ofimáticas y correcta ortografía para el correcto desarrollo del documento.</p> <p>Control: revisión y aprobación del documento por parte del Director de proyecto.</p>	Director de proyecto
1.3	Definición de los requisitos para la implementación de los sistemas propuestos	El documento debe ser desarrollado teniendo en cuenta la normativa legal vigente de Colombia e información actualizada sobre los requisitos técnicos de los sistemas propuestos. Se debe tener en cuenta las entrevistas realizadas a los expertos.	<p>Gestión: se realizarán entrevistas a los expertos en los sistemas propuestos, además, se realizarán revisiones de diferentes referencias bibliográficas. El equipo debe tener conocimiento en el manejo de herramientas ofimáticas y correcta ortografía para el correcto desarrollo del documento.</p> <p>Control: revisión y aprobación del documento por parte del Director de proyecto.</p>	Director de proyecto
1.5	Redacción de la guía	Este documento debe tener introducción y la información consolidada de	Gestión: se deberá tener la aprobación de los documentos preliminares para la redacción de la guía.	Director de proyecto

Entregable	Requisito	Actividades de Gestión y Control	Responsable
	los documentos preliminares entregados.	Control: revisión y aprobación del documento por parte del Director de proyecto.	

Nota: Autoría propia

Para dar control y seguimiento de la calidad en los diferentes entregables del proyecto, asegurando que su aprobación cumpla con los requisitos especificados, se propone el siguiente formato de acta de entrega.

Tabla 20

Formato de acta de entrega

Acta de Entrega					
Proyecto:	Nombre del proyecto				
ID:	Código identificador				
Elaborado por:	Nombre de la persona que elabora el acta	Firma			
Periodo:	Fecha inicio - Fecha fin				
Ítem	Descripción	Criterio de Aceptación	Cumple		Observaciones
			SI	NO	
Revisado por:	Nombre de la persona que revisa	Firma			
Cargo:	Cargo de la persona que revisa				
Fecha de revisión:					
Aprobado por:	Nombre de la persona que revisa	Firma			
Cargo:	Cargo de la persona que revisa				
Fecha de revisión:					

Nota: Autoría propia.

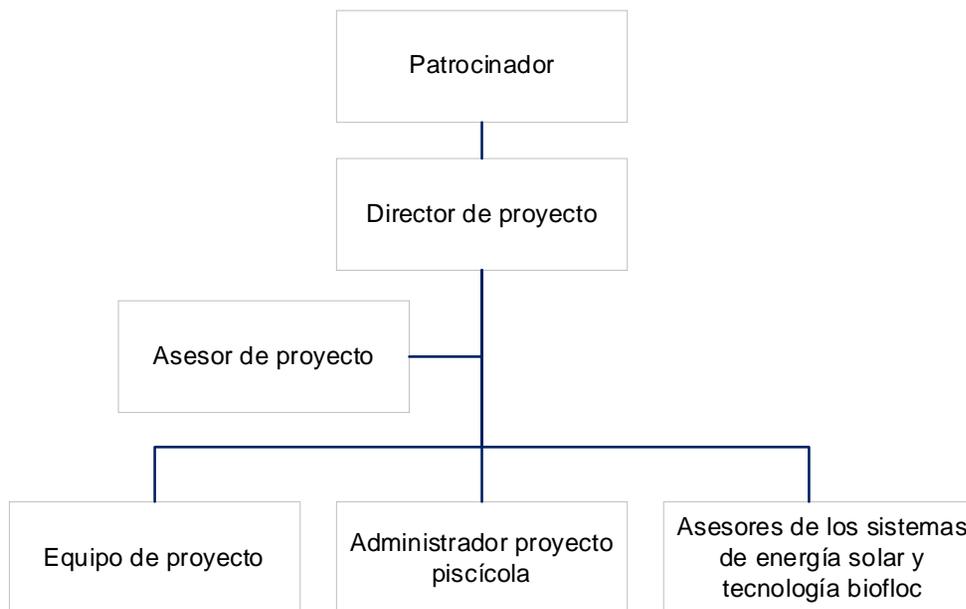
4.1.6 Plan de Gestión de Recursos

La gestión de recursos ayuda a garantizar que los recursos necesarios para la ejecución del proyecto estarán disponibles en el momento y lugar adecuado para el director y el equipo de proyecto. Además, el plan de gestión de recursos brinda una guía para la categorización, asignación, gestión y liberación de los recursos del proyecto. (PMI, 2017)

A continuación, en la Figura 13, se presenta el organigrama del proyecto, el cual presenta gráficamente los miembros del equipo del proyecto y sus relaciones de comunicación.

Figura 13

Organigrama del proyecto



Nota: Autoría propia

De acuerdo con el organigrama del proyecto, a continuación, en la Tabla 21, se describen las responsabilidades de cada uno de los roles del equipo.

Tabla 21

Roles y responsabilidades del proyecto

Roles	Responsabilidades	Competencias	Autoridad
Patrocinador	<ul style="list-style-type: none"> • Aprobar el proyecto mediante la firma del Acta de Constitución. • Dar el visto bueno para la finalización del proyecto. 		<ul style="list-style-type: none"> • Autorizar o cancelar el proyecto
Director de proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar el Acta de Constitución del proyecto. • Desarrollar el Plan de Dirección del proyecto. • Estimar los recursos requeridos para el proyecto. • Coordinar el equipo de trabajo para la elaboración de las actividades. 	<ul style="list-style-type: none"> • Experiencia en dirección de proyectos. • Conocimiento en programas ofimáticos y MS Project. • Conocimiento de las buenas prácticas de la Guía del PMBOK® • Requiere comunicación asertiva, manejo de equipos, liderazgo y gestión de conflictos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Define el cronograma del proyecto y las fechas de los entregables. • Lidera a los miembros del equipo. • Aprueba o rechaza los cambios. • Aprueba los entregables.
Asesor de proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Asesora los procesos de planificación y desarrollo del proyecto. • Dar sugerencias y recomendaciones para mejorar los procesos de planificación y el desarrollo del proyecto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento y dominio de las buenas prácticas de la Guía del PMBOK® • Requiere comunicación asertiva 	-
Equipo de proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Encargados de ejecutar las actividades del proyecto, en donde se 	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento en programas 	-

Roles	Responsabilidades	Competencias	Autoridad
	deben redactar documentos, realizar entrevistas e investigaciones sobre información pertinente.	ofimáticos y MS Project. <ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento de las buenas prácticas de la Guía del PMBOK® • Requieren comunicación asertiva, y trabajo en equipo. 	
Asesores de los sistemas de energía solar y tecnología biofloc	<ul style="list-style-type: none"> • Asesoran y brindan información sobre los sistemas de energía solar fotovoltaica y tecnología biofloc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento y dominio de las temáticas a asesorar según su área de conocimiento. • Requieren comunicación asertiva. 	-

Nota: Autoría propia.

Teniendo en cuenta los roles y responsabilidades descritos anteriormente, a continuación, se presenta la matriz de asignación de responsabilidades RACI, la cual maneja la siguiente notación:

- Responsable (R): rol encargado de ejecutar la tarea.
- Aprobador (A): rol encargado de aprobar las tareas.
- Consultado (C): se asigna a los roles a los que se deben realizar consultas sobre algún tema relacionado con la tarea.
- Informado (I): indica que se debe informar al rol sobre la tarea.

Tabla 22*Matriz de asignación de responsabilidades*

Persona Actividad	Patrocinador	Director de proyecto	Equipo de proyecto	Administrador proyecto piscícola	Asesores de los sistemas de energía solar y tecnología biofloc	Asesor de proyecto
Plan de gestión del proyecto	A	R	R	I	-	C, I
Comparación de los sistemas actuales y los propuestos	I	A	R	C, I	C	C, I
Definición de los requisitos para implementación de los sistemas propuestos	I	A	R	I	C	C, I
Redacción de la guía	A	R	R	I	-	C, I

Nota: Autoría propia.

Para el desarrollo del proyecto, se deberán tener en cuenta los siguientes recursos físicos:

- Dos equipos de cómputo con programas que procesen textos para el desarrollo de los documentos.
- Servicio de conexión a internet para realizar consultas bibliográficas, gestionar las comunicaciones con los interesados y un servicio en la nube para trabajar en tiempo real con equipos virtuales.

Por su parte, para la interacción de los miembros del equipo y lograr un mejor desempeño del proyecto, a continuación, en la Tabla 23, se presentan las herramientas y técnicas propuestas para el proyecto.

Tabla 23

Herramientas y técnicas para el desarrollo del equipo

Herramientas y Técnicas	
Equipos Virtuales	Se utilizarán medios de comunicación virtuales y así mismo se implementará un servicio en la nube para guardar los avances de los documentos e investigaciones preliminares, los cuales podrán ser consultados por cualquier miembro del equipo.
Tecnología de la Comunicación	Para las comunicaciones formales, se utilizará el correo electrónico, para dejar constancia con fecha y hora del requerimiento realizado. Para desarrollar los comités o reuniones, será necesario utilizar un software para videoconferencias en caso de ser necesario.
Habilidades Interpersonales y de Equipo	Es importante, que los miembros del equipo tengan buenas habilidades interpersonales y de equipo, por lo cual es necesario que los miembros tengan conocimiento en gestión de conflictos, influencia y negociación, así como una comunicación asertiva.

Nota: Autoría propia.

Ahora bien, desde la dirección del equipo se pretende hacer seguimiento sobre el desempeño de los miembros del equipo, gestionar conflictos y resolver problemas en caso de presentarse. Para ello, se requieren una serie de habilidades blandas, las cuales permitirán mantener una comunicación asertiva, entender los conflictos que se puedan generar, y saberlos gestionar correctamente. Además, para dirigir al equipo, es necesario tener la capacidad de influenciar y persuadir para tomar decisiones que favorezcan al equipo en general y al desarrollo del proyecto.

Es importante que, dentro de la dirección del equipo, se registren los incidentes que se presente, así como las lecciones aprendidas y de esta manera llevar una trazabilidad de los incidentes y la manera en la cual estos son solucionados.

Por último, el proceso de controlar los recursos se debe realizar con el fin de asegurar que los recursos estén disponibles según lo planeado y liberados cuando ya no sea requeridos. Para realizar el control de los recursos se propone utilizar las revisiones de desempeño, con el fin de comparar la utilización de recursos real con la planificada. (PMI, 2017)

4.1.7 Plan de Gestión de Riesgos

La gestión de riesgos pretende aumentar la probabilidad o el impacto de los riesgos positivos y disminuir la probabilidad o el impacto de los riesgos negativos con el fin de aumentar las posibilidades de éxito del proyecto (PMI, 2017). Cabe aclarar, que los riesgos son sucesos desconocidos, los cuales no se tiene certeza de su ocurrencia, además estos pueden afectar los objetivos del proyecto tanto positiva como negativamente, dependiendo del manejo que se le dé.

Para ello, es importante identificar y categorizar los riesgos que se puedan presentar y afectar el proyecto. Una forma de presentar dicha categorización es a través de la estructura de desglose de riesgos o RBS, la cual se presenta a continuación.

Tabla 24*Estructura de desglose de riesgos*

Nivel 0	Nivel 1	RBS	
		Nivel 2	Nivel 3
0. Todas las fuentes de riesgo del proyecto	1. Riesgo técnico	1.1. Tecnología	1.1.1. Desconocimiento sobre el manejo de la tecnología que se va a implementar
			1.1.2. Falla de los equipos de cómputo y software utilizados.
			1.1.3. Hacking de los equipos de cómputo y plataforma en la nube.
	2. Riesgo de gestión	2.1. Comunicación	2.1.1. Manejo inadecuado de las comunicaciones y falta de comunicación asertiva entre los interesados.
			2.1.2. Demora en las comunicaciones con los interesados para la obtención de la información.
	3. Riesgo externo	3.1. Medios de comunicación	3.1.1. Falla en la cobertura de la red que presta el servicio de comunicación (internet, celular) en la región donde se encuentra ubicado el proyecto piscícola.
3.2. Pandemia		3.2.1. Nuevo confinamiento por un nuevo pico de la pandemia del COVID-19.	

Nota: Autoría propia.

Teniendo en cuenta la estructura de desglose de riesgos, se presenta la plantilla de registro de riesgos del proyecto, en donde cada riesgo se codificará según el tipo de riesgo: riesgo técnico (RT), riesgo de gestión (RG) y riesgo externo (RE).

Tabla 25*Plantilla del registro de riesgos del proyecto*

Código	Causa	Descripción del riesgo	Referencia
RT01	Desconocimiento sobre el manejo de la tecnología que se va a implementar	Si no se tiene conocimiento de los software que se van a utilizar en el desarrollo del proyecto, se puede generar un atraso en el cronograma.	Gestión de los recursos
RT02	Falla de los equipos de cómputo y software utilizados.	Si se presentan fallas en los equipos de cómputo y en los software utilizados, se pueden presentar pérdidas en la información y de los avances, lo cual puede afectar el cronograma y el costo.	Gestión de los recursos
RT03	Hackeo de los equipos de cómputo y plataforma en la nube	Si se presenta un hackeo en los equipos de cómputo o en la plataforma en la nube, se puede perder información y los avances desarrollados, lo cual puede afectar el cronograma y el costo.	Gestión de los recursos
RG01	Manejo inadecuado de las comunicaciones y falta de comunicación asertiva entre los interesados.	Si no se tiene una comunicación adecuada y asertiva, se pueden generar conflictos durante la ejecución del proyecto, afectando a los interesados y el cronograma.	Gestión de las comunicaciones
RG02	Demora en las comunicaciones con los interesados para la obtención de la información.	Si se presentan demoras en la comunicación con los interesados para la obtención de la información, se pueden generar retrasos en el cronograma para la entrega de los documentos.	Gestión de las comunicaciones
RE01	Falla en la cobertura de la red que presta el servicio de comunicación (internet, celular) en la región donde se encuentra ubicado el proyecto piscícola.	Si se presentan fallas en la cobertura de los servicios de comunicación, se pueden presentar retrasos para la obtención de la información y afectar el cronograma.	Gestión de las comunicaciones
RE02	Nuevo confinamiento por un nuevo pico de la pandemia del COVID-19	Si se presenta un nuevo confinamiento por la pandemia, no se podrían realizar las giras al proyecto piscícola y afectaría los tiempos en la recolección de la información.	Ministerio de salud de Colombia

Nota: Autoría propia.

Una vez se realiza la identificación de los riesgos, se procede a realizar la priorización, en donde se evaluará la probabilidad de ocurrencia y el impacto de los riesgos identificados. Para ello, las escalas que se utilizarán para la probabilidad y el impacto, se presentan en las siguientes figuras.

Figura 14

Escala de probabilidad

Muy probable	0.9
Bastante probable	0.7
Probable	0.5
Poco probable	0.3
Muy poco probable	0.1

Nota: Fuente: UCI (2021)

Figura 15.

Escala de impacto

Muy alto	0.8
Alto	0.4
Moderado	0.2
Bajo	0.1
Muy bajo	0.05

Nota: Fuente: UCI (2021)

Los criterios utilizados para ubicar el impacto de cada riesgo en la escala, se presentan a continuación.

Figura 16

Evaluación del impacto de un riesgo en los objetivos principales del proyecto

Objetivo del proyecto	Muy Bajo 0.05	Bajo 0.1	Moderado 0.2	Alto 0.4	Muy Alto 0.8
Costo	Insignificante incremento del costo	Incremento del costo <5%	Incremento del costo entre el 5 - 10%	Incremento del costo entre el 10- 20%	Incremento del costo > 20%
Calendario	Insignificante variación del calendario	Variación del calendario <5%	Desviación general del proyecto 5-10%	Desviación general 10-20%	Desviación general del proyecto > 20%
Alcance	Reducción del alcance apenas perceptible	Áreas menores del alcance son afectadas	Áreas mayores del alcance son afectadas	Reducción del alcance inaceptable para el cliente	El producto final del proyecto es inservible
Calidad	Degradación de la calidad apenas perceptible	Solo aplicaciones muy específicas afectadas	La reducción de la calidad demanda la aprobación del cliente	Reducción de la calidad inaceptable para el cliente	El producto final del proyecto es inservible

Nota: Fuente: UCI (2021)

Después de realizar la evaluación individual de probabilidad e impacto de cada riesgo, se procede a multiplicar los valores (PxI) para poder clasificar los riesgos teniendo en cuenta la matriz de probabilidad e impacto, que se muestra a continuación.

Figura 17

Matriz Probabilidad x Impacto

Marcador de riesgo para un riesgo específico (P x I)					
Impacto \ Probabilidad	Muy Bajo 0.05	Bajo 0.1	Moderado 0.2	Alto 0.4	Muy Alto 0.8
0.9	0.05	0.09	0.18	0.36	0.72
0.7	0.04	0.07	0.14	0.28	0.56
0.5	0.03	0.05	0.1	0.2	0.4
0.3	0.02	0.03	0.06	0.12	0.24
0.1	0.01	0.01	0.02	0.04	0.08

Verde – Riesgo Bajo

Amarillo – Riesgo Moderado

Rojo – Riesgo Alto

Nota: Fuente: UCI (2021)

De acuerdo con la matriz de probabilidad impacto presnetada, los riesgos se pueden clasificar en riesgo bajo, riesgo moderado y riesgo alto. La escla de clasificación del riesgo se muestra a continuación.

Figura 18

Escala de calificación del riesgo general del proyecto

Alto	0.99 - 0.18
Moderado	0.17 - 0.05
Bajo	0.04 - 0.01

Nota: Fuente: UCI (2021)

A continuación, se presenta la clasificación de los riesgos, de acuerdo con la evaluación realizada.

Tabla 26*Registro de riesgos del proyecto (priorización)*

Código	Causa	Descripción del riesgo	Referencia	Probabilidad	Impacto	Rango
RT02	Falla de los equipos de cómputo y software utilizados.	Si se presentan fallas en los equipos de cómputo y en los software utilizados, se pueden presentar pérdidas en la información y de los avances, lo cual puede afectar el cronograma y el costo.	Gestión de los recursos	0.5	0.4	0.2
RE01	Falla en la cobertura de la red que presta el servicio de comunicación (internet, celular) en la región donde se encuentra ubicado el proyecto piscícola.	Si se presentan fallas en la cobertura de los servicios de comunicación, se pueden presentar retrasos para la obtención de la información y afectar el cronograma.	Gestión de las comunicaciones	0.7	0.2	0.14
RT03	Hackeo de los equipos de cómputo y plataforma en la nube	Si se presenta un hackeo en los equipos de cómputo o en la plataforma en la nube, se puede perder información y los avances desarrollados, lo cual puede afectar el cronograma y el costo.	Gestión de los recursos	0.3	0.4	0.12
RG02	Demora en las comunicaciones con los interesados para la obtención de la información.	Si se presentan demoras en la comunicación con los interesados para la obtención de la información, se pueden generar retrasos en el cronograma para la entrega de los documentos.	Gestión de las comunicaciones	0.5	0.2	0.10

Código	Causa	Descripción del riesgo	Referencia	Probabilidad	Impacto	Rango
RT01	Desconocimiento sobre el manejo de la tecnología que se va a implementar	Si no se tiene conocimiento de los software que se van a utilizar en el desarrollo del proyecto, se puede generar un atraso en el cronograma.	Gestión de los recursos	0.5	0.2	0.10
RG01	Manejo inadecuado de las comunicaciones y falta de comunicación asertiva entre los interesados.	Si no se tiene una comunicación adecuada y asertiva, se pueden generar conflictos durante la ejecución del proyecto, afectando a los interesados y el cronograma.	Gestión de las comunicaciones	0.3	0.2	0.06
RE02	Nuevo confinamiento por un nuevo pico de la pandemia del COVID-19	Si se presenta un nuevo confinamiento por la pandemia, no se podrían realizar las giras al proyecto piscícola y afectaría la recolección de la información.	Ministerio de salud de Colombia	0.3	0.1	0.03
Riesgo general del proyecto:						0.107
Moderado						

Nota: Autoría propia.

Teniendo en cuenta la tabla de priorización de los riesgos, el riesgo general del proyecto es de 0.107 y se clasifica como un riesgo moderado.

Para controlar los riesgos identificados se procede a realizar la planificación de respuesta a los riesgos del proyecto, de manera que se logren gestionar los riesgos individuales del proyecto, y reducir el nivel de riesgo general obtenido, esto a través de la definición e implementación de las acciones preventivas para cada riesgo. Para ello, se consideran las siguientes estrategias para hacer frente a los riesgos identificados:

- Aceptar: esta estrategia acepta el riesgo y no se presentan medidas proactivas. Puede ser utilizada cuando el riesgo tiene una baja prioridad o cuando no es posible o rentable hacer frente a la amenaza. (PMI, 2017)
- Mitigar: con esta estrategia se busca reducir el impacto y la probabilidad de ocurrencia mediante acciones de mitigación. (PMI, 2017)
- Transferir: esta estrategia busca pasar el riesgo a un tercer para que este maneje el riesgo y soporte el impacto en caso de ocurrencia. (PMI, 2017)
- Evitar: esta estrategia busca eliminar el riesgo y proteger al proyecto de su impacto mediante cambios en algún objetivo o en el plan de dirección del proyecto.
- Escalar: esta estrategia se utiliza cuando el riesgo no puede ser manejado por el director de proyecto o es un riesgo que no se encuentra dentro del alcance del proyecto.

Luego de seleccionar la estrategia para afrontar el riesgo identificado, se describen las acciones preventivas, el plan de contingencias y las reservas de los riesgos aceptados, el disipador o señal de que el riesgo va a suceder o sucedió y el responsable del riesgo.

Tabla 27

Matriz de respuesta a los riesgos

Código	Rango	Estrategia	Acciones correctivas	Plan de contingencias	Reservas T/\$		Disparador	Responsable	Probab. post-plan	Impacto post-plan	Rango post-plan
RT02	0.2	Mitigar	Realizar mantenimientos preventivos a los equipos de cómputo que se usarán en el proyecto.		2 sem	\$50	No encienden los equipos o se presentan fallas constantes a la hora de encender el equipo. Los programas no abren o están trabajando muy despacio.	Equipo de proyecto	0.3	0.2	0.06
RE01	0.14	Mitigar	Realizar los requerimientos de información con antelación.		N/A	N/A	Constantes problemas de comunicación en las llamadas y videoconferencias que se realicen	Equipo de proyecto	0.7	0.1	0.07
RT03	0.12	Mitigar	Tener copias de respaldo en memorias USB y envíos al correo electrónico, mantener actualizados los equipos de cómputo, proteger los equipos con una contraseña segura, evitar descargar archivos de dudosa procedencia. Utilizar el equipo únicamente para fines de desarrollar el proyecto.		N/A	N/A	Se presentan demoras en la apertura de los documentos, existe pérdida de información, los programas dejan de funcionar, el antivirus se encuentra deshabilitado.	Director de proyecto	0.3	0.4	0.12
RG02	0.10	Mitigar	Realizar los requerimientos de información con antelación.		N/A	N/A	Los interesados no responden los mensajes en el tiempo previsto	Equipo de proyecto	0.5	0.1	0.05

Código	Rango	Estrategia	Acciones correctivas	Plan de contingencias	Reservas T/\$		Disparador	Responsable	Probab. post-plan	Impacto post-plan	Rango post-plan
RT01	0.10	Mitigar	Realizar una capacitación en el uso de los software.		N/A	N/A	Demoras en los avances, los documentos no tienen un formato adecuado, las videoconferencias no se realizan de manera adecuada	Director de proyecto	0.3	0.05	0.02
RG01	0.06	Evitar	Realizar y ejecutar el plan de gestión de comunicaciones desde el inicio del proyecto y fortalecer la comunicación asertiva.		N/A	N/A	Se presentan molestias y tensión entre los miembros del equipo, existen conflictos y no hay un buen ambiente laboral.	Director de proyecto	0.3	0.2	0.06
RE02	0.03	Aceptar		Realizar solicitud al administrador del proyecto del envío de videos de las instalaciones y de la información necesaria para el desarrollo del documento.	N/A	N/A	Nuevos picos de contagios	Director de proyecto	0.3	0.1	0.03
Riesgo general:	0.107										Riesgo general del proyecto Post - Plan: Moderado 0.058

Nota: Autoría propia.

Una vez se define la respuesta a los riesgos y se evalúa nuevamente la probabilidad e impacto de los mismos, el riesgo general del proyecto disminuye a 0.058 y se clasifica como un riesgo moderado.

Ahora bien, durante el ciclo de vida del proyecto es de suma importancia monitorear la implementación de los planes de respuesta de los riesgos y hacer seguimiento a los mismos, con el fin de evaluar si los planes de respuesta o acciones correctivas han sido efectivas, así mismo, identificar y analizar nuevos riesgos que se puedan presentar. Para ello se programarán reuniones para realizar las revisiones de los riesgos, identificación de nuevos riesgos individuales, cierre de los riesgos obsoletos y la identificación de las lecciones aprendidas. (PMI, 2017)

4.1.8 Plan de Gestión de Comunicaciones

El plan de gestión de comunicaciones busca que se satisfagan las necesidades de información tanto del proyecto como de sus interesados, a través de diferentes métodos y estrategias de comunicación. (PMI, 2017)

Para ello, se presenta la matriz de comunicaciones en donde se define el tipo de comunicación, quien es el responsable, a quién va dirigido, su propósito y los recursos que se utilizarán para la difusión. Esto permitirá llevar a cabo la gestión y el monitoreo de las comunicaciones en donde se garantice que las necesidades de información de los interesados sean satisfactorias y oportunas a lo largo del proyecto.

Además, cabe mencionar que el equipo debe contar con habilidades interpersonales, las cuales les permita tener una comunicación asertiva. Por su parte, el uso de las

tecnologías en la comunicación es de suma importancia, dado que desarrollo del proyecto se realizará mediante equipos virtuales.

A continuación, en la Tabla 28, se presenta la matriz de comunicaciones.

Tabla 28*Matriz de comunicaciones*

Tipo de comunicación	Dirigido a	Frecuencia	Responsable	Propósito	Recursos
Inicio de proyecto	Equipo de proyecto, asesor de proyecto, patrocinador	Una vez al inicio del proyecto	Director del proyecto	Comunicar el inicio del proyecto	Reunión presencial/ sincrónica. Meet/Zoom Presentación Power Point
Reuniones de avance	Equipo de proyecto	Semanal	Director del proyecto	Coordinación de actividades, revisión de avance de las actividades, identificación de obstáculos.	Reuniones presenciales o sincrónicas. Meet/Zoom. Sistema de gestión de proyectos.
Informes de avance internos	Patrocinador	Quincenal	Director del proyecto	Mantener informado del avance del proyecto.	Documento ejecutivo con el avance del proyecto en alcance, cronograma y costos.
Coordinación de trabajo con los asesores de los sistemas de energía solar y tecnología biofloc.	Asesores de los sistemas de energía solar y tecnología biofloc	Cuando sea necesario	Equipo de proyecto	Coordinar el plan de trabajo para realizar las indagaciones sobre los sistemas propuestos.	Correo electrónico. Llamada telefónica.
Solicitud de revisión al	Asesor de proyecto	Quincenal	Director del proyecto	Presentar los avances del proyecto para recibir	Correo electrónico. Llamada telefónica.

Tipo de comunicación	Dirigido a	Frecuencia	Responsable	Propósito	Recursos
asesor del proyecto				comentarios y recomendaciones de mejora.	
Reuniones con el administrador del proyecto piscícola	Administrador proyecto piscícola	Cuando sea necesario	Director del proyecto, equipo de proyecto	Obtener información del proyecto piscícola.	Reunión presencial o llamada telefónica.
Reuniones de entrega de documentos	Director de proyecto	Cuando se realice la entrega de un documento	Equipo de proyecto	Presentar el documento para que sea aprobado.	Reunión presencial. Documento. Equipo de cómputo. Acta de entrega.
Aceptación y cierre del proyecto	Patrocinador	Una vez al final del proyecto	Director de proyecto	Solicitar aprobación y cierre del proyecto	Reunión presencial o sincrónica. Meet/Zoom. Acta de entrega y cierre.
Reunión de cierre	Equipo de proyecto, patrocinador, administrador proyecto piscícola	Una vez al final del proyecto	Inspector seguridad y salud en el trabajo - HSE	Comunicar el cierre del proyecto	Reunión presencial/ sincrónica. Meet/Zoom Presentación Power Point

Nota: Autoría propia.

4.1.9 Plan de Gestión de Interesados

El plan de gestión de los interesados permite determinar estrategias y acciones requeridas para que los interesados se involucren de manera proactiva en la toma de decisiones y ejecución del proyecto, teniendo en cuenta sus necesidades, expectativas, intereses y el posible impacto que puedan generar en el proyecto. (PMI, 2017)

Para ello, es necesario realizar la identificación de los interesados que puedan influir tanto positiva como negativamente.

A continuación, en la Tabla 29, se presenta la lista de interesados del proyecto

Tabla 29

Identificación de interesados

No.	Interesado
1.	Patrocinador
2.	Director de proyecto
3.	Equipo de trabajo del proyecto
4.	Asesor de proyecto
5.	Asesores de los sistemas de energía solar y tecnología biofloc
6.	Administrador del proyecto piscícola
7.	Coordinador de Proyectos de la Corporación Educativa Mas Social
8.	Junta de acción comunal de la vereda
9	Habitantes de la región

Nota: Autoría propia.

Una vez se realiza la identificación de los interesados, se procede a realizar la clasificación de los interesados de acuerdo con el análisis poder-interés, en donde el poder

se refiere al nivel de autoridad de los interesados sobre el proyecto y el interés se refiere al nivel de inquietud sobre los resultados del proyecto.

A continuación, en la Tabla 30, se presentan los tipos estrategia que se pueden implementar, de acuerdo con la clasificación de poder e interés que tenga cada una de las partes interesadas, para posteriormente realizar la matriz de poder-interés.

Tabla 30

Clasificación de la estrategia

Poder	Interés	Estrategia
Alto	Alto	Gestionar activamente
Alto	Medio	
Medio	Alto	
Medio	Medio	
Alto	Bajo	Mantener Satisfecho
Medio	Bajo	
Bajo	Alto	Mantener informado
Bajo	Medio	
Bajo	Bajo	Monitorear con mínimo esfuerzo

Nota: Autoría propia.

De acuerdo con la tabla anterior, se presenta la matriz de poder-interés en la Tabla 31, en donde se clasifican los interesados de acuerdo con el nivel de poder e interés que tiene cada uno de ellos en el proyecto.

Tabla 31*Matriz poder-interés*

No.	Interesado	Abreviatura	Poder	Interés	Estrategia
1.	Patrocinador	P	Alto	Alto	Gestionar activamente
2.	Director de proyecto	DP	Alto	Alto	Gestionar activamente
3.	Equipo de trabajo del proyecto	EP	Medio	Alto	Gestionar activamente
4.	Asesor de proyecto	AP	Medio	Alto	Gestionar activamente
5.	Asesores de los sistemas de energía solar y tecnología biofloc	AS	Bajo	Alto	Mantener informado
6.	Administrador del proyecto piscícola	ADP	Bajo	Alto	Mantener informado
7.	Coordinador de Proyectos de la Corporación Educativa Mas Social	CPCEMS	Bajo	Alto	Mantener informado
8.	Junta de acción comunal de la vereda	JAC	Bajo	Alto	Mantener informado
9.	Habitantes de la región	HR	Bajo	Bajo	Monitorear con mínimo esfuerzo

Nota: Autoría propia.

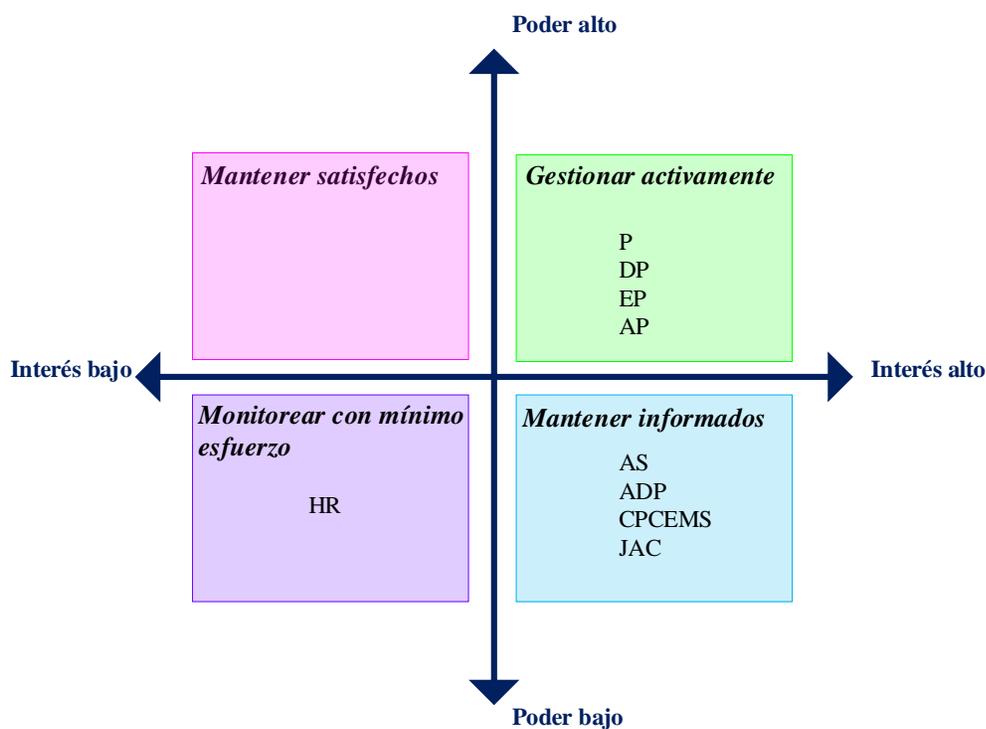
Según la clasificación realizada anteriormente, se pueden encontrar tres tipos de estrategias dentro de este proyecto para actuar frente a los interesados, los cuales son.

1. Gestionar activamente: hace referencia a los interesados clave, los cuales van a tener un nivel de relevancia alto, ya que tienen una participación activa a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto. Por ello, es necesario mantener una comunicación constante para satisfacer sus necesidades y expectativas y

fomentar la participación adecuada de los interesados en las actividades del proyecto. Para ello, será necesario realizar reuniones e informes sobre el avance que se tiene del proyecto semanalmente o quincenalmente, como se tiene dispuesto en la matriz de comunicaciones (Tabla 28).

2. Mantener informado: esta estrategia es aplicada a los interesados que tienen un interés alto en el proyecto, pero no tienen poder de decisión sobre el mismo. Por ello es necesario realizar reuniones para presentar el proyecto, coordinar las solicitudes de información y obtener los datos necesarios para el desarrollo del mismo, como se tiene dispuesto en la matriz de comunicaciones (Tabla 28).
3. Monitorear con mínimo esfuerzo: esta estrategia está dirigida a los interesados que tienen un poder e interés bajo, por lo cual no se van a realizar ninguna reunión o comunicación, únicamente se va a monitorear a este tipo de interesado.

Para representar gráficamente el resultado de la matriz de poder-interés, con su respectiva estrategia, se desarrolla el mapeo de los interesados, el cual se muestra a continuación, en la Figura 19:

Figura 19*Mapeo de interesados**Nota:* Autoría propia.

Ahora bien, gestionar el involucramiento de los interesados en el proyecto, hace referencia a mantener una comunicación constante con el fin de satisfacer las necesidades y expectativas de los interesados, abordar los posibles incidentes que se puedan presentar y fomentar su participación en el desarrollo del proyecto. (PMI, 2017)

Para ello, es necesario que el equipo maneje habilidades interpersonales que puedan ser utilizadas en diferentes contextos, como la gestión de conflictos, conciencia cultural, negociación y observación/conversación. Además, se debe considerar involucrar a los interesados en la etapa adecuada para que el avance del proyecto no se vea afectado,

implementando diferentes métodos de comunicación, que permitan una adecuada interacción, como reuniones virtuales, presenciales, conversaciones telefónicas y mediante correo electrónico.

Para mantener o incrementar la eficacia y eficiencia de la participación de los interesados en las actividades que les concierne, se debe realizar el monitoreo de involucramiento de los interesados y adaptar las estrategias según sea necesario (PMI, 2017). Por lo cual, se deben realizar los registros de incidentes y lecciones aprendidas, y desarrollar la matriz de involucramiento de los interesados para llevar la trazabilidad de los cambios en el nivel de participación de cada interesado.

4.2 Comparación de los Sistemas

4.2.1 Descripción de los Sistemas Actuales Usados en los Estanques Piscícolas

Actualmente el proyecto cuenta con cuatro estanques sumergidos y tres tanques zamorano. Los estanques sumergidos tienen una capacidad de 550 m³, 450 m³ y dos de 250 m³, por su parte, los tanques zamorano tienen una capacidad de 22 m³, 23 m³ y 24 m³.

El proceso de cultivo cuenta con dos etapas, en donde primero se siembran los alevinos para hacer el levante dentro los tanques zamorano, lo cuales cuentan con equipos de aireación para proporcionar los niveles de oxígeno ideales. Esta etapa llega a su fin cuando los peces alcanzan un peso aproximado de 80 gr. Posteriormente, son trasladados a los estanques para continuar su desarrollo en un espacio más amplio y poder mantener los parámetros del agua dentro de un rango ideal. Esta etapa llega a su fin cuando los peces alcanzan un peso entre 300 gr y 500 gr, es importante mencionar que, para esta etapa de

desarrollo, no se cuenta con equipos de aireación y por ello no es posible tener una densidad de cultivo mayor.

Debido a que la densidad de cultivo de este proyecto piscícola es muy pequeña (1-4 peces/m³), este se puede considerar como un cultivo semi-intensivo, ya que este tipo de producción se caracteriza por manejar densidades de cultivo bajas (1-5 peces/m²), se lleva a cabo en estanques artificiales y se suministra alimentación a los peces. (SENA, s.f.)

Una vez se finaliza la etapa de desarrollo, se procede a realizar la jornada de pesca, arreglo y distribución de los peces, los cuales son comercializados con los habitantes de la región y con personas de Bogotá que tienen conocimiento del proyecto.

Estas jornadas se realizan en un mismo día, en donde en horas de la mañana se lleva a cabo la pesca, posteriormente se realiza el arreglo y la limpieza de los peces y finalmente se contacta a las personas de la región para ofrecer el producto y ser distribuido.

Ahora bien, respecto al gasto energético que se ha tenido en el proyecto, se puede decir que se ha presentado un incremento en el consumo. A continuación, se presenta la gráfica con la evolución del consumo de energía eléctrica del último año, en donde se puede observar un aumento significativo para los meses de octubre a enero. La causa de este aumento fue debido a un corto eléctrico que fue identificado y reparado en el mes de enero del presente año, de acuerdo con información suministrada por el administrador del proyecto. Igualmente, el administrador informa que, a finales del mes de enero, se realizó un arreglo al equipo de aireación (blower de 1hp), con el fin de reducir el consumo energético de este. Es importante mencionar que, el equipo de aireación se prende únicamente en horas de la noche, y se mantiene en funcionamiento de 13 a 14 horas diarias,

además, el gasto energético de este proyecto representa el un aproximado del 50% del consumo total, según la información suministrada por el administrador del proyecto.

Figura 20

Evolución del consumo energético del proyecto piscícola



Nota: Autoría propia basada en Enel (2022)

Respecto al manejo del agua, esta se está tomando directamente de la quebrada La Zapatuna, la cual se encuentra ubicada en terrenos colindantes al proyecto. Debido a que en épocas de sequía el caudal de la quebrada disminuye y se genera escasez de agua, únicamente se hacen recambios cuando hay aparición de amonio en los estanques, cuando el agua presenta mucha turbidez o cuando se considere necesario según el criterio del administrador del proyecto. Por lo tanto, no se tiene un tiempo determinado para realizar los recambios, pero se realiza el recambio entre un 30% y 50% del total del agua. Cabe destacar que el control de los parámetros del agua es casi nulo, verificándose únicamente

cuando se halla un organismo muerto en el estanque o en caso de que el crecimiento de los peces se encuentre retrasado.

4.2.2 Descripción de los Sistemas Propuestos

Los sistemas que se proponen para el desarrollo de este proyecto son el sistema de energía solar fotovoltaica y el sistema de tecnología biofloc, los cuales se describen a continuación.

Sistema de Energía Solar Fotovoltaica

Según Junta de Castilla y León (s.f.), se denomina sistema solar fotovoltaico a toda instalación destinada a transformar la radiación solar en energía eléctrica. Estos sistemas se caracterizan por “su simplicidad, fácil instalación, modularidad, ausencia de ruido durante su funcionamiento, larga duración, elevada fiabilidad y requerir poco mantenimiento.” (p. 15)

Ahora bien, la energía solar fotovoltaica es aquella que transforma la radiación solar en electricidad empleando una tecnología basada en el efecto fotovoltaico. Esta transformación se produce gracias a los paneles fotovoltaicos, los cuales están conformados por células fotovoltaicas fabricadas con semiconductores cristalinos a base de silicio. (Enel, s.f.)

Según SYSCOM (2020), existen tres tipos de paneles solares, y se clasifican de acuerdo al tipo de células fotovoltaicas por los que están compuestos, estos son:

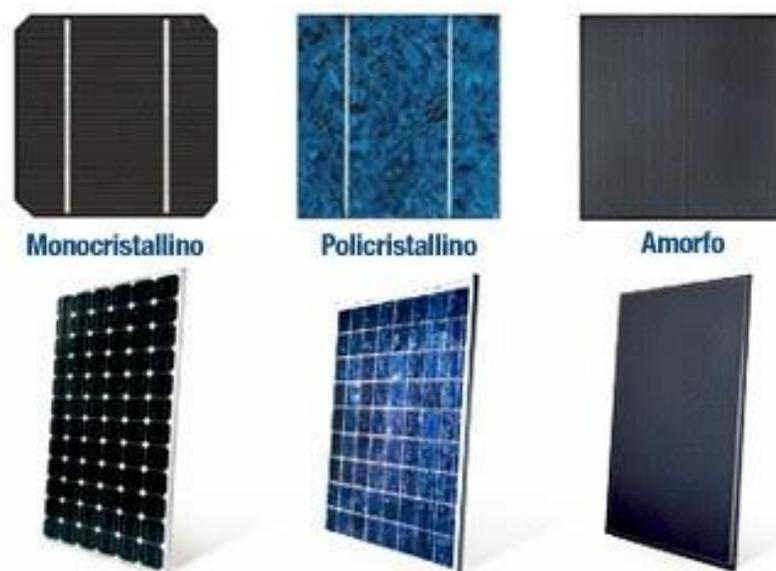
1. **Silicio monocristalino:** está compuesto por un solo cristal de silicio de alta pureza, lo cual garantiza mayor conductividad y mayor rendimiento presentando una

eficiencia en un rango entre el 17% – 20%, y su costo de fabricación es alto. Este tipo de panel se caracteriza por tener un color azul oscuro uniforme y generalmente, tener forma octagonal, con un espesor aproximado de 0.2 – 0.3 mm, y son ideales para lugares que tienen superficie limitada.

2. **Silicio policristalino:** está compuesto por varios cristales de silicio, lo cual genera una menor pureza, causando un rendimiento inferior con una eficiencia en un rango entre el 12% – 16%, y tiene un costo menor de fabricación al monocristalino. Este tipo de panel se caracteriza por tener un color azul intenso no uniforme y presentar los cristales en diferentes formas y orientaciones.
3. **Silicio amorfo:** es conocido también como película delgada, tiene estructura de cristales sin forma, su costo de fabricación es el más bajo de los tres tipos de paneles y tiene una eficiencia en un rango entre el 10% – 12%. Este tipo de panel tienen celdas con una degradación muy marcada y se caracteriza por su color negro intenso y en algunos casos azules tornasol. Además, otra de sus características físicas notable es que sus dimensiones son mayores.

Figura 21

Tipos de paneles solares



Nota: Adaptado de Energía Solar Fotovoltaica., ENERSAVE, s.f., (<http://enersave.es/medicion-neta/energia-solar>)

Por otra parte, existen dos tipos de instalaciones de energía solar fotovoltaica, la primera de ellas es de forma aislada, es decir, que no tiene acceso a la red eléctrica y la energía es producida en su totalidad por el sistema solar fotovoltaico y la segunda es interconectada a la red, la cual permite generar un ahorro en la factura eléctrica debido a que esta entrega la energía sobrante producida durante el día a la red eléctrica pública, la cual es medida mediante un medidor bidireccional, para posteriormente restarla a la energía consumida en los periodos sin luz solar. (SYSCOM, 2020). Cabe mencionar que el sistema interconectado a la red se apagará en caso de algún fallo en las redes eléctricas públicas, si el sistema no cuenta con una batería para almacenar la energía generada, esto con el fin de

garantizar la seguridad de los trabajadores que se encuentren reparando el daño de la red pública. (EcoInventos, 2022)

Los sistemas solares fotovoltaicos están compuestos por los siguientes elementos:

- **Módulo fotovoltaico (paneles solares).** Este es el elemento primordial del sistema, ya que convierte la radiación solar en energía eléctrica (corriente continua). Está formado por la unión de varios paneles solares, para que el sistema alcance la potencia requerida. (Díaz y Carmona, 2018)
- **Inversor.** Convierte la corriente continua del sistema en corriente alterna y alimenta los aparatos que trabajan con corriente alterna. (Díaz y Carmona, 2018)
- **Regulador de carga.** Es el nexo de unión entre los paneles solares y los elementos de consumo de la instalación, además, se encarga de proteger las baterías ante sobrecargas, proporciona a su salida la tensión en corriente continua para la instalación y fija el valor de la tensión nominal a la que trabaja la instalación. (Díaz y Carmona, 2018)
- **Batería.** Solo se encuentra en las instalaciones aisladas. Proporciona energía en los periodos sin luz solar o sin suficiente luminosidad, y acumula energía para la instalación. (Díaz y Carmona, 2018)

A continuación, en la Figura 22, se presentan los componentes de una instalación solar fotovoltaica.

Figura 22*Componentes de la instalación solar fotovoltaica*

Nota: Adaptado de Instalaciones Solares Fotovoltaicas, Díaz y Carmona, 2018, Mc Graw Hill.

Cabe destacar que, la energía solar fotovoltaica, según Celsia (s.f.), tiene varios beneficios entre los cuales se encuentran:

- Es una fuente de energía renovable e ilimitada.
- Es una fuente de energía limpia, debido a que no produce gases de efecto invernadero ni subproductos peligrosos para el medio ambiente.
- Su costo de aprovechamiento es bajo, después de la inversión inicial en la fabricación de los componentes y la instalación, que puede ser la más costosa.

- Es una fuente de energía disponible en todo el planeta, por lo cual es adecuada para proveer electricidad a lugares aislados en donde no es posible instalar líneas de distribución de red.
- Contribuye al desarrollo sostenible.
- Reduce el uso de combustibles fósiles.
- Reduce las importaciones energéticas.

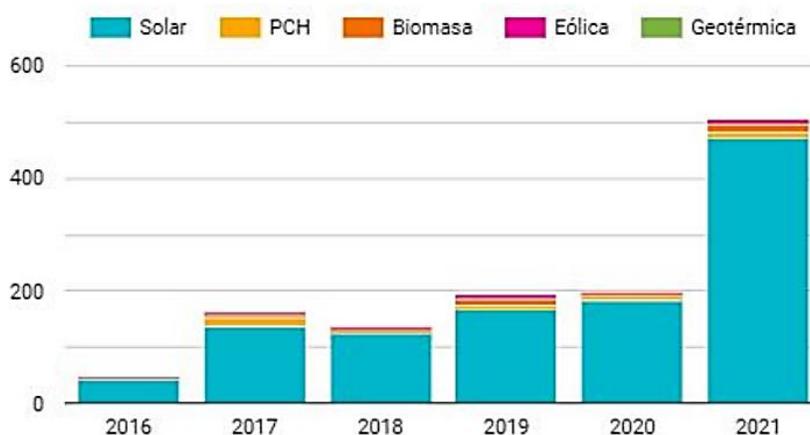
Por otra parte, en Colombia se ha venido incrementando la implementación de energías no convencionales, gracias a los incentivos tributarios disponibles para proyectos que se encuentren certificados por la UMPE en fuentes no convencionales de energía (FNCE), los cuales son:

1. Deducción de renta del 50% de la inversión realizada en el proyecto hasta por 15 años. Este incentivo solo aplica para proyectos de generación eléctrica. (UPME, s.f.a)
2. Exclusión de IVA en la compra de equipos, elementos, maquinaria o la adquisición de servicios necesarios para el proyecto. (UPME, s.f.a)
3. Exención arancelaria en la importación de maquinaria y otros insumos necesarios para el proyecto. (UPME, s.f.a)
4. Depreciación acelerada de activos aplicable a equipos, maquinaria y obras civiles necesarias para el proyecto. (UPME, s.f.a)

Cabe destacar que la implementación de energía solar en el país se ha incrementado a lo largo de los años y es la energía no convencional con mayor crecimiento en el mercado según información suministrada por la UPME sobre los proyectos certificados en fuentes no convencionales de energía, como se observa en la siguiente figura.

Figura 23

Número de proyectos certificados en fuentes no convencionales de energía por año



Nota: Adaptado de Estadísticas Incentivos FNCE, UPME, s.f. b,

(<https://www1.upme.gov.co/Incentivos/Paginas/reportesfnce.aspx>)

Sistema de Tecnología Biofloc

Según Hernández *et al.* (2019), la tecnología biofloc (BTF) es definida como una “agregación conglomerada de comunidades microbianas (flóculos) integrada por fitoplancton, bacterias y materia orgánica particulada viva y muerta, suspendida en el agua del estanque” (p. 75). Además, también menciona que este sistema se caracteriza por: incrementar la densidad del cultivo, permitiendo una mayor producción de peces por

unidad de área; disminuir la utilización de agua durante el cultivo; y minimizar la utilización de espacio.

Estas características permiten que se reduzcan los costos de producción y garantice un producto de mayor calidad, lo cual convierte al sistema biofloc en una “tecnología innovadora y de vanguardia para la producción acuícola superintensiva, en el marco de las producciones sostenibles, ya que permite cultivos con densidades entre 80 y 120 peces/m³, con bajo consumo de agua y en espacios reducidos.” (Hernández *et al*, 2019, p. 75)

Cabe aclarar que el BTF no acorta el tiempo de la producción del cultivo de peces, pero como ya se mencionó anteriormente, permite incrementar la densidad de cultivo en los tanques. (Reyes, 2020)

Este sistema utiliza los residuos orgánicos que se generan en el cultivo, como el mucus de los peces y las sobras de las comidas, para que sirvan como sustrato para el desarrollo de las bacterias heterotróficas, las cuales se encargan de la depuración de la calidad del agua, utilizando compuestos nitrogenados que son potencialmente tóxicos para los peces, como amoníaco, nitrito o nitrato, para la síntesis de proteínas y de la biomasa microbiana, la cual termina convirtiéndose en una fuente suplementaria de nutrición para los peces. Cabe mencionar que para que este proceso se desarrolle adecuadamente, es necesario que se mantengan niveles óptimos de oxigenación, pH y alcalinidad en los tanques de cultivo, así como, asegurar una relación C:N (carbono: nitrógeno) próximo a 20:1 en los residuos orgánicos presentes en el agua, para lo cual es necesario la adición de una fuente de carbono. (AUNAP, 2019)

Ahora bien, según Hernández *et al* (2019), para el diseño y desarrollo de un sistema BTF se deben tener en cuenta varios factores, destacando la aireación del sistema como uno de los más importantes, ya que con esto se busca:

1. Promover la difusión de oxígeno del aire al agua. Esto se debe a que el BTF tiene una alta demanda de oxígeno y es prioritario mantener su concentración en niveles seguros para poder abastecer el oxígeno requerido para el consumo de los peces, así como para las bacterias que componen el biofloc. Esta alta demanda de oxígeno indica que los equipos de aireación deben estar conectados constantemente al suministro de energía, por lo cual se debe elegir un equipo que sea eficiente energéticamente y que satisfaga los requerimientos del BTF e igualmente indica que ante una falla del sistema de aireación, el tiempo de respuesta es muy corto (aprox. 1 hora), por lo cual es de suma importancia realizar un monitoreo permanente, tener un sistema de alarma en caso de fallo y un suministro de energía suplente.
2. Mantener los flóculos en constante suspensión para disminuir la posibilidad de que se formen zonas de descomposición anaeróbicas, las cuales podrían liberar sustancias altamente tóxicas para los peces.

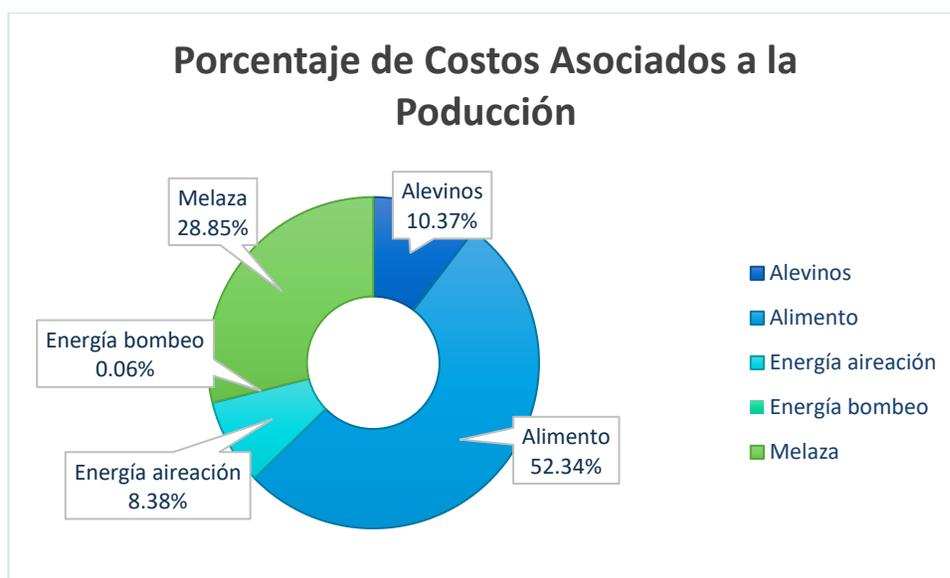
Por otra parte, el BTF se destaca por su gran valor nutricional al aportar una fuente de proteína de alta calidad, ya que ofrecen una adecuada cantidad de aminoácidos, lo cual mejora la conversión alimenticia, la ganancia de peso y la sobrevivencia dentro de la piscicultura. Además, este sistema es considerado como una estrategia para el control de enfermedades debido a su potencial como probiótico, lo cual ayuda a estimular el sistema

inmune de los animales y dado que el recambio de agua es mínimo, disminuye la posibilidad de la entrada de patógenos y enfermedades, garantizando la sanidad de la producción. (Hernández *et al*, 2019)

En cuanto a los gastos para la producción, varios autores mencionan que el mayor costo de producción está relacionado con el alimento, el cual representa un aproximado entre 50% - 60% de los costos totales, seguido por otros gastos como compra de alevinos y melaza y la energía empleada para el sistema de aireación y recirculación de agua. Cabe aclarar que estos porcentajes pueden variar dependiendo de cada proyecto. A continuación, se presenta un ejemplo desarrollado por Pérez (2017), sobre los porcentajes de costos asociados a la producción de tilapia en un sistema BTF.

Figura 24

Porcentaje de costos asociados a la producción en un sistema BTF



Nota: Autoría propia basado en Pérez (2020)

Para resumir de manera general el sistema biofloc, a continuación, se presentan algunas ventajas y desventajas del sistema, según Reyes (2020).

Ventajas

- Se disminuye el uso de agua, dado que es un sistema con mínimos o cero recambios de agua.
- Minimiza la utilización de espacio
- Reduce el impacto ambiental y es considerado como un sistema de producción sostenible.
- Ofrece bioseguridad dado que es un sistema cerrado.
- Mayor productividad, dado que se incrementa la producción de peces por unidad de área.
- Mejora la tasa o factor de conversión alimenticia (FCA), el cual permite medir la ganancia de peso con relación a la cantidad de alimento suministrado.
- Hay disponibilidad de alimento para los peces 24/7.

Desventajas

- Existe un mayor riesgo por oxígeno.
- La inversión inicial para implementar el BTF es alta, comparado con otros sistemas.
- Es imprescindible tener un control más estricto en los parámetros del agua.
- Uso de energía eléctrica 24/7.

4.2.3 Análisis FODA

El análisis FODA permite evidenciar las fortalezas y debilidades propias de cada sistema propuesto, así como las oportunidades y amenazas de factores externos que pueden afectar a los sistemas una vez se encuentren implementados en el lugar del proyecto de estudio.

Tabla 32

Análisis FODA sistema solar fotovoltaico

FACTORES INTERNOS FACTORES EXTERNOS	FORTALEZAS F1. No produce emisiones contaminantes. F2. Es una energía renovable. F3. Disminución del consumo energético de la red eléctrica de Enel. F4. Mantenimiento sencillo. F5. Ausencia de ruido durante su funcionamiento. F6. Fácil instalación. F7. Larga duración	DEBILIDADES D1. Inversión inicial alta. D2. La recuperación del capital es a largo plazo. D3. Requiere de un espacio libre de cualquier objeto que pueda producir sombra. D4. Requiere juicio experto para su dimensionamiento e instalación. D5. Requiere sistema de almacenamiento de energía.
OPORTUNIDADES O1. Condiciones climáticas favorables, dado que el proyecto se encuentra en un lugar con una radiación solar media diaria de 3.5-4.5 kWh/m ² . O2. Difícil acceso de la red de energía eléctrica pública al lugar donde se encuentran los estanques de tierra. O3. Incentivos tributarios del gobierno	FO (F3, F6, F7, O1, O3) Realizar análisis financiero y proyecciones del comportamiento del sistema solar fotovoltaico con el fin de verificar la viabilidad técnica y económica de la implementación de este sistema. (F1, F2, O3) Gestionar los trámites y presentar la solicitud para certificarse como un proyecto FNCE ante la UMPE para acceder a los incentivos tributarios que ofrece el gobierno.	DO (D1, D2, O3) Gestionar los trámites y acceder a los créditos de financiamiento para proyectos de energías renovables no convencionales, los cuales tiene tasas más competitivas y plazos más largos para el pago. (D3, O1, O2) Determinar un lugar estratégico para la instalación del sistema con la recomendación del consultor experto, en donde no haya objetos que puedan generar sombra. Además, se debe realizar monitoreo y mantenimiento de la zona para evitar el crecimiento de plantas que puedan obstaculizar la luz solar.

AMENAZAS	FA	DA
<p>A1. Nubosidad o largas temporadas de invierno</p> <p>A2. Dimensionamiento escaso en cuanto al consumo requerido respecto a la energía generada.</p> <p>A3. Corto dimensionamiento de la capacidad de banco de baterías para suplir las horas nocturnas de suministro de luz</p> <p>A4. Falta de mantenimiento de los equipos que disminuyan la capacidad de los equipos.</p> <p>A5. Falta de poda de árboles cercanos a los paneles solares.</p> <p>A6. No contemplar el recambio de las baterías cada 4 años dentro del proyecto.</p>	<p>(F3, F4, A1, A4) Realizar limpieza y mantenimiento de los paneles para asegurar su máxima eficiencia. Igualmente, se debe verificar la disminución del consumo de la energía de la red pública.</p>	<p>(D1, D2, D3, A1) Llevar a cabo reuniones presenciales con el contratista experto en energía solar fotovoltaica, con el fin de establecer un lugar estratégico para la ubicación del sistema solar fotovoltaico, escoger los paneles más óptimos, teniendo en cuenta la eficiencia y la rentabilidad.</p> <p>(D3, A4, A5) Escoger un lugar estratégico de acuerdo al criterio experto, en el cual se pueda realizar un mantenimiento tanto a los paneles como a los lugares aledaños.</p> <p>(D4, A2, A3) Contratar personal calificado para realizar el dimensionamiento e instalación del sistema.</p> <p>(D5, A6) Realizar la revisión del estado de las baterías mediante juicio experto, teniendo en cuenta el tipo de batería con la cual se trabaja.</p>

Nota: Autoría propia

Tabla 33*Análisis FODA sistema biofloc*

<p>FACTORES INTERNOS</p> <p>FACTORES EXTERNOS</p>	<p>FORTALEZAS</p> <p>F1. Ofrece bioseguridad F2. Mayor productividad del cultivo. F3. Mejora el factor de conversión alimenticia. F4. Disponibilidad de alimento para los animales 24/7. F5. Minimiza la utilización de espacio. F6. Minimiza la utilización de agua durante el cultivo. F7. Mejora la calidad del cultivo.</p>	<p>DEBILIDADES</p> <p>D1. Tiene un mayor riesgo por oxígeno D2. Inversión inicial alta. D3. Requiere estar conectado a la energía eléctrica 24/7 D4. Se debe tener un control más estricto en los parámetros del agua. D5. Es necesario una persona capacitada en esta tecnología.</p>
<p>OPORTUNIDADES</p> <p>O1. Apoyo de instituciones gubernamentales para fortalecer el campo. O2. Diversificar el mercado agropecuario de la región. O3. Poca competitividad en la región donde se encuentra ubicado el proyecto.</p>	<p>FO</p> <p>(F2, O2, O3) Generar alianzas estratégicas con los habitantes y restaurantes de la región para comercializar el producto.</p>	<p>DO</p> <p>(D2, O1) Buscar programas gubernamentales que apoyen y financien los proyectos</p>
<p>AMENAZAS</p> <p>A1. Fallos en los suministros de energía eléctrica. A2. Incremento de costo en los insumos piscícolas. A3. Largas temporadas de invierno con fuertes lluvias A4. Bloqueo de vías A5. Presencia de bacterias o enfermedades en el cuerpo de agua utilizado. A6. Afectaciones biológicas en el cultivo por ingresos no autorizados. A7. Alimento de baja calidad, vencido o contaminado. A8. Pérdida de oxígeno en los tanques por falta de energía</p>	<p>FA</p> <p>(F1, A5, A6, A7) Diseñar y ejecutar un protocolo de bioseguridad que permita realizar control a los puntos críticos del proceso.</p>	<p>DA</p> <p>(D1, D3, A1, A8) Implementar energías renovables como la energía solar aislada para alimentar los equipos utilizados en el sistema y tener un generador de energía en caso de fallo del sistema principal que sea capaz de suplir los requerimientos de energía del sistema de oxigenación. (D4, A3) Realizar la medición de los parámetros del agua diariamente y generar un plan de acción en caso de que los parámetros se salgan del rango ideal</p>

Nota: Autoría propia

4.3 Definición de los requisitos técnicos y del marco legal para la implementación de los sistemas propuestos

4.3.1 Requisitos para la implementación de energía solar fotovoltaica

Requisitos y Especificaciones Técnicas

Para realizar la implementación de un sistema de energía solar fotovoltaica, las consideraciones de carácter técnico, según Meléndez *et. al* (2017) y Celsia (s.f.), son:

1. Identificar el consumo de energía actual
2. La radiación solar de la zona.
3. Validar la ubicación, la cual debe tener una buena exposición solar y debe ser libre de objetos que bloqueen y produzcan sombras.
4. Seleccionar el tipo de sistema a implementar (aislado o conectado a la red).
5. Personal calificado para realizar el dimensionamiento y la instalación de los equipos, cableado e interconexiones necesarias.
6. Realizar mantenimiento regular al sistema fotovoltaico.

Por otra parte, y teniendo en cuenta las anteriores consideraciones, a continuación, se presenta el proceso que se debe llevar a cabo para implementar correctamente el sistema solar fotovoltaico.

Paso 1. Realizar el dimensionamiento del sistema solar fotovoltaico. Para ello, se debe determinar el consumo diario de energía que se quiere suplir, el área disponible que se tiene para realizar la instalación del sistema, la radiación solar del lugar, el tipo de instalación que se va a realizar, la selección y dimensionamiento de los equipos y los

paneles solares que se van a utilizar y la orientación e inclinación de los paneles, la cual será determinada por la latitud del lugar donde se va a realizar la instalación. (Garay y Guzmán, 2019)

Calcular el consumo diario. Para calcular el consumo diario de energía, se recomienda realizar una tabla, en la cual se indique el equipo, la potencia requerida, la cantidad de horas que va a estar en funcionamiento, la cantidad de equipos del mismo tipo que se va a usar y el consumo diario del equipo. (SOLAR VERDE, 2021)

A continuación, se presenta una tabla de referencia para realizar el cálculo del consumo diario de energía.

Tabla 34

Tabla de referencia para la estimación del consumo energético diario

No.	Nombre del equipo	Número de equipos [N _{eq}]	Potencia [W]	Horas de uso diario [h]	Energía necesaria [W*h* N _{eq}]
1	Equipo 1				
2	Equipo 2				
Total					

Nota: Autoría propia basado en SOLAR VERDE (2021)

Una vez se calcula el consumo diario de la instalación, se recomienda aplicar un factor de seguridad del 20% al valor obtenido. (SOLAR VERDE, 2021)

Selección del voltaje del sistema. Para elegir el voltaje con el cual se va a trabajar el sistema, según SOLAR VERDE (2021), se deben tener en cuenta los siguientes criterios:

- Consumo diario de 1 a 2000Wh, se recomienda implementar un sistema de 12V.

- Consumo diario de 2001 a 4500Wh, se recomienda implementar un sistema de 24V.
- Consumo diario de 4501 en adelante, se recomienda implementar un sistema de 48V.

Cálculo de los módulos fotovoltaicos. Para realizar el cálculo de los módulos fotovoltaicos, se utilizan las siguientes expresiones:

- $Potencia\ fotovoltaica\ generada = \frac{Consumo\ diario}{Hora\ solar\ pico}$
- $Número\ de\ módulos = \frac{Potencia\ fotovoltaica\ generada}{Potencia\ del\ panel}$

Donde la potencia del módulo está dada de acuerdo con el tipo de panel seleccionado, y la hora solar pico (HSP), se refiere a “la cantidad de energía solar que recibe un metro cuadrado de superficie. En resumen, si en este lugar existen 5 HSP, tenemos 5 horas de sol que está transmitiendo 1000W/m².” (Efimarket, 2018). Para la región de Tena, Cundinamarca, según el IDEAM (s.f.), la radiación media diaria oscila entre 4000 – 4500 Wh/m², lo que significa que tiene un rango de 4 – 4.5 HSP.

Una vez realizado el cálculo de la cantidad de paneles necesarios para el sistema, se procede a determinar el arreglo de paneles fotovoltaicos (González, 2016), con las siguientes expresiones:

- Número de paneles en serie (N_s):

$$\rightarrow N_s = \frac{V_{Tr}}{V_M}$$

Donde,

V_{Tr} , es la tensión de trabajo del panel seleccionado

V_M , es la tensión nominal del panel seleccionado

- Número de paneles en paralelo (N_p):

$$\rightarrow N_p = \frac{P_{Generada}}{P_{Máxima\ del\ panel} \times N_s}$$

Donde,

$P_{Generada}$, es la potencia fotovoltaica generada.

$P_{Máxima\ del\ panel}$, es la potencia del panel seleccionado.

N_s , es el número de paneles en serie.

Selección del regulador. El regulador es dimensionado para los sistemas aislados, ya que su función principal es controlar el estado de la carga de las baterías y regular su intensidad de carga (Tarifasgasluz, 2021). Para seleccionar el modelo de regulador, de acuerdo con Tecnosol (2017), es necesario determinar qué tipo de regulador se necesita, un PWM o un MPPT. Cabe aclarar que los reguladores PWM están diseñados para ser utilizados en sistemas con paneles de 12V (36 células) o 24V (72 células). Ahora bien, para realizar el dimensionamiento del regulador, se debe establecer la corriente máxima (V_{mp}) y la tensión máxima (I_{mp}) procedente de los paneles, para lo cual es necesario conocer las características de los paneles seleccionados para el sistema (información que se encuentra en la ficha técnica o en la parte trasera del panel), así como la configuración del campo fotovoltaico, es decir, si será en serie (el voltaje incrementa), paralelo (la intensidad de corriente incrementa) o una combinación de ambas (incrementa el voltaje y la intensidad).

Los cálculos se realizan de la siguiente manera:

- Cálculo de la tensión del conjunto de placas solares:

→ $V_{mp} \text{ sistema} = V_{mp}$ de un panel solar x N° paneles solares en serie

→ $V_{oc} \text{ sistema} = V_{oc}$ de un panel solar x N° paneles solares en serie

Donde,

V_{mp} , es el voltaje (tensión) en máxima potencia.

V_{oc} , es el voltaje (tensión) en circuito abierto.

- Cálculo de la tensión del conjunto de placas solares:

→ $I_{mp} \text{ sistema} = I_{mp}$ de un panel solar x N° paneles solares en serie

→ $I_{sc} \text{ sistema} = I_{sc}$ de un panel solar x N° paneles solares en serie

Donde,

I_{mp} , es la intensidad (corriente) en máxima potencia.

I_{sc} , es la intensidad (corriente) por corto circuito.

Teniendo en cuenta los resultados de los cálculos realizados, se selecciona el modelo de regulador que se ajuste a las necesidades del sistema. En caso de seleccionar un regulador PWM, es necesario que su “intensidad sea mayor a la máxima procedente del conjunto de paneles fotovoltaicos multiplicada por un coeficiente de seguridad de 1.25.” (Tecnosol, 2017), y en caso de seleccionar un regulador MPPT, se debe tener en cuenta los límites máximos para el sistema de paneles solares, los cuales se encuentran en las fichas técnicas de los reguladores, que son: “máxima potencia de paneles en W_p para la tensión de diseño del sistema (12V, 24V o 48V), intensidad máxima I_{sc} y tensión máxima en vacío V_{oc} del sistema.” (Tecnosol, 2017), además, se debe comprobar que la tensión es adecuada, y que no se supera la potencia máxima de paneles.

Selección del inversor. Para seleccionar el modelo de inversor de acuerdo con SolarPlak (s.f.), se debe tener en cuenta:

- El tipo de inversores solares que existen, los cuales son:
 - Inversor de cadena o string: es el más común y la opción más económica del mercado. Además, son los más recomendados para las instalaciones que reciben sol durante todo el día y de forma ininterrumpida.
 - Micro inversor: este tipo de inversor se sitúa en cada uno de los paneles solares, son más eficientes que los inversores tipo string en producir energía. Por otro lado, su costo es superior y debido a que son instalados junto a los paneles, pueden ser más difíciles de reparar.
 - Optimizador de potencia: este tipo es un punto medio entre los inversores tipo string y los micro inversores, debido a que su instalación es igual a la de los micro inversores, sin embargo, la energía que transforman es enviada a un inversor centralizado. Este tipo de inversores son más económicos que los micro inversores, pero la instalación en cadena aumenta el costo.
- El tipo de instalación.
 - Inversores solares de conexión a la red, se utilizan para transformar la energía en los sistemas que están conectados a la red.
 - Inversores solares cargadores, se utilizan en los sistemas aislados.

- Inversores híbridos, este tipo de inversores tienen las funciones tanto del inversor de conexión a la red como la del inversor cargador.
- La potencia. Para elegir el inversor adecuado, se debe tener en cuenta la potencia que necesita el sistema para suministrar la energía que se quiere suplir. Además, se recomienda elegir un inversor con una potencia ligeramente superior a la que se necesita, debido a que las especificaciones pueden variar de acuerdo al ambiente que se encuentre.
- La tensión de entrada de las baterías. Este valor se debe tener en cuenta debido a que los inversores solares solo funcionan a una única tensión de entrada. Por regla general, se debe tener en cuenta lo siguiente:
 - Inversores solares de 12V: para potencias de 2000 a 3000W.
 - Inversores solares de 24V: para potencias de 5000 y 6000W.
 - Inversores solares de 48V: para potencias superiores a 6000W.

Cálculo de baterías. Para realizar el cálculo de las baterías, se debe tener en cuenta el consumo diario, el voltaje (tensión) del sistema, y las siguientes características de la batería elegida: profundidad de descarga, capacidad máxima, tensión nominal y autonomía en días. Teniendo en cuenta esto, se realiza el cálculo para determinar la capacidad del banco de baterías con las siguientes expresiones:

- $Capacidad_{requerida} = \frac{1.1 \times consumo\ diario \times autonomia\ bateria}{profundidad\ de\ descarga \times voltaje\ sistema}$
- $N_{Baterias} = \frac{Capacidad_{requerida}}{Capacidad_{Máxima}}$

Cabe destacar que primero se debe configurar el número de baterías en serie para alcanzar el voltaje del sistema, es decir, si el sistema trabaja a 48V, y las baterías elegidas trabajan a 12V, se deben configurar 4 baterías en serie para alcanzar la tensión requerida del sistema. De acuerdo con esto, se aclara que la expresión para calcular el número de baterías, calcula el número de juegos de las baterías en serie, es decir, si $N_{Baterías} = 10$, y el número de baterías en serie es 4, se tendrían 10 juegos de 4 baterías, para un total de 40 baterías. (González, 2016)

Paso 2. Elaborar un anteproyecto en donde se incluyan los costos fijos, costos variables, rentabilidad, proyección de crecimiento, etc.

Paso 3. Realizar la solicitud para el certificado UPME de incentivos tributarios para proyectos FNCE de la ley 1715 de 2014. Para realizar este procedimiento, se deben reunir los requisitos que se encuentran en el artículo 4 de la Resolución UPME 203 de 2020, los cuales son:

1. Diligenciamiento de los 4 formatos, para lo cual se puede consultar la “Guía para el Diligenciamiento de Formatos - FNCE”, en la cual se realiza la descripción de los lineamientos que se deben seguir para el diligenciamiento de los mismo, los cuales se encuentran disponibles en la página web de la UPME (<https://www1.upme.gov.co/Incentivos/Paginas/documentosfnce.aspx>).
2. Entregar los catálogos o fichas técnicas de los equipos del proyecto y las normas técnicas con las cuales cumplen estos equipos.
3. Entregar copia de las ofertas de servicio.
4. Acreditar el pago de la tarifa establecida por la UPME.

Una vez se tengan los documentos solicitados, se debe radicar la solicitud a través de la página web de la UPME, en la sección de “Incentivos Tributarios”. Se tiene 10 días hábiles para verificar que se encuentre completa y si ya se encuentra completa, la UPME tiene máximo 35 días calendario para responder. (UPME, s.f.a)

Paso 4. Realizar el procedimiento para la emisión de la certificación de incentivo ambiental frente a la ANLA, para lo cual se debe seguir el siguiente procedimiento, según González *et. al* (s.f.):

1. Radicar ante la ANLA la solicitud con los requisitos generales y especiales de acuerdo con la Resolución 1283 de 2016.
2. La ANLA expedirá el acto que da inicio al trámite dentro de los cinco días hábiles siguientes a la radicación, en caso de no cumplir con los requisitos provistos, se le solicitará el cumplimiento de los mismos.
3. La ANLA evaluará la información suministrada en un término de 10 días hábiles, en caso de que la entidad requiera información adicional, se otorgará un plazo máximo de un mes, el cual será contado a partir de la notificación de solicitud. Este plazo podrá ser prorrogado por la ANLA por 15 días hábiles, en caso de que el interesado lo solicite.
4. La ANLA declarará el desistimiento tácito de la solicitud si el solicitante no envía la información solicitada por la entidad en los plazos establecidos.
5. A partir del acto de inicio o de la recepción de la información adicional solicitada, la ANLA tendrá 25 días hábiles para certificar o no el incentivo ambiental. Esta certificación tendrá vigencia de un año.

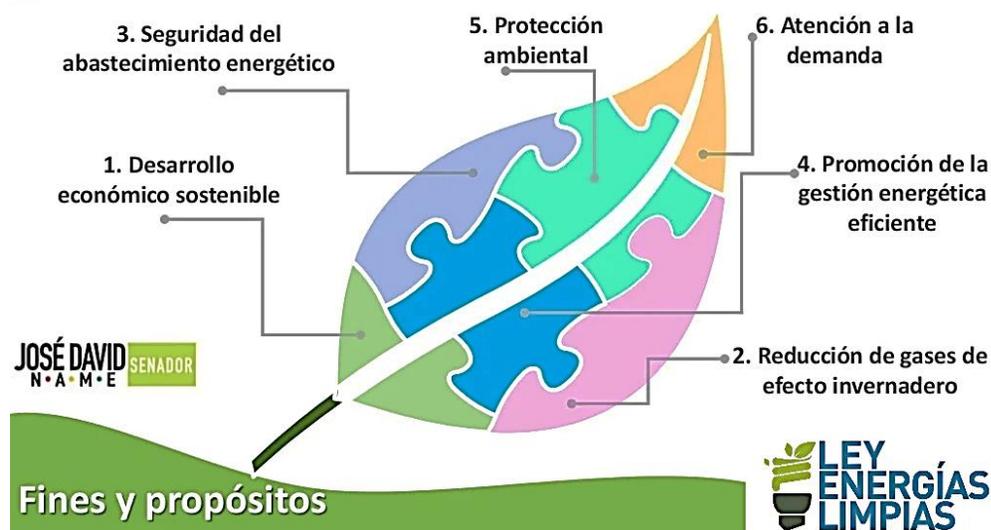
Requisitos del Marco Legal

En Colombia no se necesita ningún permiso para realizar la instalación de paneles solares (Celsia, s.f). Sin embargo, el gobierno en aras de promover el uso de fuentes de energía no convencionales, sancionó la Ley 1715 de 2014, “Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional”, cuyo objetivo es promover el desarrollo y utilización de este tipo de energías, principalmente las que son de carácter renovable. Además, su finalidad busca “establecer el marco legal y los instrumentos para la promoción del aprovechamiento de las fuentes no convencionales de energía, principalmente aquellas de carácter renovable, lo mismo que para el fomento de la inversión, investigación y desarrollo de tecnologías limpias para producción de energía, la eficiencia energética y la respuesta de la demanda, en el marco de la política energética nacional.” (Ley 1715, 2014, Artículo 2)

A continuación, se presentan los fines y propósitos de esta Ley, según el senador Name (2016).

Figura 25

Fines y propósitos Ley 1715 de 2014



Nota: Adaptado de Ley de Energías Limpias - Foro Reglamentación Ley 1715, José David Name, 2016.

Cabe aclarar que esta ley comprende las diferentes fuentes de energías renovables como la energía procedente de biomasa, energía de residuos, energía solar, energía eólica, energía geotérmica, energía hidroeléctrica a pequeña escala y energía de los mares o mareomotriz. El artículo 19 es el que hace referencia a la energía solar, en donde considera este tipo de energía como fuente no convencional de energía renovable, la cual será regulada por la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG). Además, establece que, a través de los Ministerios de Minas y Energía, de Vivienda y de Ambiente y Desarrollo Sostenible se fomente el aprovechamiento del recurso solar en diferentes tipos de proyectos. (Ley 1715, 2014, Artículo 19)

Por otra parte, el ICONTEC, lanzó en el año 2020 la segunda actualización del Código Eléctrico Colombiano NTC 2050, en donde se establecen “aspectos de seguridad para las instalaciones eléctricas en las diferentes etapas de diseño, construcción, inspección y puesta en marcha, basada en parámetros aplicados y validados mundialmente, los cuales garantizan el uso seguro y confiable de las instalaciones eléctricas cubiertas en este *Código*.” (ICONTEC, 2020). En este código, en el artículo 690, se puede encontrar lo referente a las normas de seguridad, requisitos y restricciones de la instalación de los sistemas solares fotovoltaicos FV.

Además del Código Eléctrico Colombiano, según Rojas y Hernández (2018), existen otras normas técnicas (NTC) dadas por el Ministerio de Minas y Energía y otras instituciones adscritas al Gobierno Nacional, las cuales definen y establecen los requerimientos de instalación de los principales componentes del sistema solar fotovoltaico.

A continuación, se presenta una tabla con las normas (NTC) clasificadas de acuerdo con el componente hacia la cual están dirigidas.

Tabla 35

Normas Técnicas Colombianas para instalaciones solares fotovoltaicas

Componente	Norma	Descripción
Paneles o módulos fotovoltaicos	NTC 5899-1 de 2011	“Establece los requisitos fundamentales de construcción para los módulos fotovoltaicos (FV) con el fin de proporcionar un funcionamiento eléctrico y mecánico seguro durante su tiempo esperado de vida.” (ICONTEC, 2011)

Componente	Norma	Descripción
	NTC 5899-2 de 2011	“Establece los requisitos de ensayo para los módulos fotovoltaicos (FV) con el fin de proporcionar un funcionamiento eléctrico y mecánico seguro durante su tiempo de vida esperado.” (ICONTEC, 2011)
	NTC 2883 de 2006	“Indica los requisitos para la calificación del diseño y aprobación del tipo de módulos fotovoltaicos para la aplicación terrestre y para una utilización de larga duración en climas moderados al aire libre.” (ICONTEC, 2006)
	NTC 5464 de 2010	“Establece los requisitos de la IEC para la calificación del diseño y la homologación de módulos fotovoltaicos de lámina delgada para uso terrestre y para una operación de larga duración en ambientes exteriores, como se define en la norma IEC 60721-2-1. ES.” (ICONTEC, 2010)
	NTC 5512 de 2013	“Describe secuencias de ensayo que son útiles para determinar la resistencia de diferentes módulos FV a la corrosión por niebla salina que contenga Cl.” (ICONTEC, 2013)
Baterías	NTC 5287 de 2009	“Proporciona información general relativa a los requisitos de las baterías que se utilizan en los sistemas de solares fotovoltaicos y de los métodos de ensayo típicos utilizados para verificar la eficiencia de las baterías.” (ICONTEC, 2009)
	NTC 1152 de 2017	“Normaliza las baterías eléctricas con respecto a las dimensiones, nomenclatura, configuración de los bornes, marcado, método de ensayo, desempeño típico, seguridad y aspectos medioambientales.” (ICONTEC, 2017)
Regulador de Carga	NTC 6016 de 2013	“Establece los requisitos mínimos del comportamiento y rendimiento de los controladores de carga de batería (CCB) utilizados con baterías de plomo-ácido en instalaciones fotovoltaicas (FV) terrestres.” (ICONTEC, 2013)

Componente	Norma	Descripción
Inversor o acondicionador de potencia	NTC 5759 de 2010	“Establece las pautas de medida de rendimiento de los acondicionadores de potencia usados en los sistemas fotovoltaicos aislados y en los conectados a la red eléctrica, donde la salida del acondicionador de potencia es una tensión de corriente alterna (C.A.)” (ICONTEC, 2010)

Nota: Autoría propia basado en ICONTEC (s.f.) y Rojas y Hernández (2018).

Ahora bien, a lo largo de los años se han expedido diferentes resoluciones y decretos referentes a la energía solar, los cuales se muestran a continuación:

Tabla 36

Resoluciones y decretos sobre energía solar fotovoltaica

Norma	Descripción
Decreto 2469 de 2014	"Por el cual se establecen los lineamientos de política energética en materia de entrega de excedentes de autogeneración"
Resolución UPME 0281 de 2015	"Por la cual se define el límite máximo de potencia de la autogeneración a pequeña escala"
Resolución MinAmbiente 1283 de 2016	"Por la cual se establece el procedimiento y requisitos para la expedición de la certificación de beneficio ambiental por nuevas inversiones en proyectos de fuentes no convencionales de energías renovables - FNCER y gestión eficiente de la energía, para obtener los beneficios tributarios de que tratan los artículos 11, 12, 13 y 14 de la Ley 1715 de 2014 y se adoptan otras determinaciones"
Resolución CREG 174 de 2021	"Por la cual se regulan las actividades de autogeneración a pequeña escala y de generación distribuida en el Sistema Interconectado Nacional"

Nota: Autoría propia basado en Solargreen (s.f.)

4.3.2 Requisitos para la implementación de los sistemas con tecnología biofloc

Requisitos y Especificaciones Técnicas

Los requisitos básicos que son necesarios para implementar adecuadamente el BTF, según Reyes (2020) y TECNOPEZ SPR de RL (2018), son:

1. Disponibilidad de energía eléctrica 24/7.
2. Alimentos e insumos necesarios para el desarrollo del sistema.
3. Personal calificado, es decir, que tenga conocimiento sobre el manejo del BTF.
4. Laboratorio de parámetros para poder realizar el control de los parámetros del agua diariamente.
5. Manejo de sólidos y efluentes.
6. Planta eléctrica de respaldo o de emergencia en caso de presentarse algún fallo en la red eléctrica, la cual debe ser capaz de suministrar la energía suficiente para mantener en funcionamiento los equipos de aireación.
7. Sistema de suspensión y aireación, que sea capaz de suministrar la oxigenación requerida.

Por otra parte, se debe tener en cuenta el proceso que se debe llevar a cabo para desarrollar correctamente este sistema. Por lo tanto, a continuación, se presentan las principales etapas de desarrollo para un cultivo con sistema BTF, de acuerdo con la información dada por Reyes (2020).

Paso 1. Asesorarse o realizar una investigación preliminar sobre manejo de este tipo de tecnología.

Paso 2. Elaborar un anteproyecto en donde se incluyan los costos fijos, costos variables, rentabilidad, proyección de crecimiento, etc.

Paso 3. Documentar y elaborar un plan de trabajo antes de iniciar el proceso, con el fin de definir las tareas diarias que se deben desarrollar y poder tener una trazabilidad del desarrollo del sistema, para ello se recomienda realizar una tabla para registrar los parámetros que se deben medir diariamente, como la que se muestra a continuación.

Tabla 37

Tabla para medición de los parámetros

PARÁMETROS CULTIVO TANQUE											
	Mes:		Test							Observación	
	Día/ Fecha	Hora	Oxígeno disuelto	pH	Amonio	Nitritos	Nitratos	Alcalinidad	Imhoff	Temp.	Detalles
1											
2											
1											
2											
1											
2											
1											
2											
1											
2											

Nota: Adaptado de Biofloc en Acuicultura Tilapia - Webinar -Introducción al Biofloc Generalidades

[Video], Reyes, 2020.

Paso 4. Preparar la infraestructura de los estanques. Para ello, se recomienda que el fondo de los estanques sea cónico o buscar la manera de que los sólidos se sedimenten en un punto específico para que el desagüe se realice correctamente. Además, se debe seleccionar el equipo de aireación adecuado, que cubra la necesidad de oxígeno tanto de las bacterias biofloc como de la especie a cultivar, y que permita mantener los flóculos en constante suspensión para evitar las reacciones anaeróbicas. Según diferentes estudios

realizados, el modelo de aireación con mejor rendimiento es el modelo de splash, sin embargo, existe otro modelo bastante utilizado, el blower, en el cual se debe usar 0.6 ml de manguera difusora por cada m^2 de área del estanque para cubrir los requerimientos de oxígeno.

Paso 5. Realizar el proceso de fertilización de los estanques. Este proceso busca que el fitoplancton se desarrolle dentro del estanque, lo cual se puede realizar de manera orgánica con estiércol de animales como el de vaca o el de cerdo; o de manera inorgánica con fertilizantes como tripe 15, urea, etc. Cabe mencionar que en esta etapa es importante que se encienda la aireación 24/7 desde el primer día. Además, de manera opcional, se pueden añadir probióticos a partir del día 5, con el fin de mejorar algunas características del agua.

Paso 6. Realizar el proceso de maduración o ciclado. Esta etapa inicia en el día 12 y busca motivar el proceso de crecimiento de las bacterias nitrificantes dentro del agua, para lo cual se debe adicionar todos los días alimento a razón de $13 \text{ gr}/m^3$, también se debe empezar a controlar los parámetros del agua y la relación C:N, para lo cual es necesario adicionar una fuente de carbono como la melaza.

Paso 7. Hacer seguimiento y control de los parámetros durante el cultivo, los cuales se hacen mediante equipos específicos, indicadores y ensayos.

A continuación, se presenta una tabla con los valores ideales de los parámetros del agua para un cultivo de tilapia en un sistema biofloc.

Tabla 38

Valores ideales de los parámetros en el BTF para un cultivo de tilapia

Parámetro	Valor Ideal
Oxígeno disuelto	Mayor a 5mg/L
Temperatura	28 a 30 °C
Alcalinidad	Mayor a 100 mg/L CaCO ₃
Amonio no ionizado NH ₃	Menor a 0.24
pH	7 a 8.6
Nitritos	Menor a 1.64
Sólidos sedimentables	25 - 50 ml/L
Calidad del floc	Buena calidad, se puede verificar vía microscopio o medida indirecta (cono Imhoff, presencia de nitrificación, consumo de amonio y alcalinidad)

Nota: Adaptado de Biofloc en Acuicultura Tilapia - Webinar -Introducción al Biofloc

Generalidades [Video], Reyes, 2020.

Paso 8. Manejar un proceso de siembra y bioseguridad en la siembra. El proceso de siembra se inicia entre los días 40 a 45, y se puede realizar siempre y cuando los parámetros de agua se encuentren dentro del rango correcto, además, es necesario que el agua tenga espuma. Para iniciar con el proceso de siembra segura, se deben desinfectar las bolsas en donde vienen los alevinos. Luego de realizar la desinfección, estas se ponen en el estanque para que se aclimate el agua de las bolsas con el agua del estanque. Posteriormente, se sacan los alevinos de las bolsas y se pasan por una solución salina con el fin de desinfectar el pez y motivar el desarrollo del mucus, es importante que el agua de procedencia sea desechada en un lugar alejado del área del cultivo. Una vez el pez es pasado por la solución, se procede a sembrar.

Paso 9. Desarrollo del cultivo hasta la cosecha. En esta etapa es importante suministrar el alimento necesario para el desarrollo de los peces; controlar y monitorear los parámetros del agua constantemente; realizar biometrías, para verificar el tamaño de los peces; y mantener la relación C:N dentro del rango ideal.

Requisitos del Marco Legal

Hasta el momento, en Colombia no existe ningún tipo de requerimiento legal para la implementación de la tecnología biofloc en la acuicultura, sin embargo, si existe un marco legal vigente para el desarrollo e implementación de la acuicultura, con la cual se busca asegurar la calidad de los productos acuícolas.

Tabla 39

Marco legal para la producción acuícola en Colombia

Norma	Descripción
Ley 101 de 1993	Ley general de Desarrollo Agropecuario y Pesquero, normativa que desarrolla los artículos 64, 65 y 66 de la Constitución Nacional.
Resolución 461 de 1995	“Por la cual se establecen los requisitos para el cultivo de mojarra roja, mojarra plateada en ambientes naturales o artificiales controlados.”
Resolución 1056 de 1996	“Por la cual se dictan disposiciones sobre el control técnico de los insumos pecuarios.”
Resolución 599 de 1998	“Por la cual se adopta el formulario único para solicitud, modificación y renovación del Registro Sanitario para los productos alimenticios y se establece la nomenclatura para la expedición de Registro sanitario de los alimentos de fabricación nacional y de los importados.”
Resolución 730 de 1998	“Por la cual se adopta el sistema de análisis de riesgos y puntos críticos de control HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points) en los productos pesqueros y

Norma	Descripción
	acuícolas para consumo humano, de exportación e importación.”
Decreto 612 de 2000	Del Ministerio de Salud y Protección social por el cual se reglamenta parcialmente el régimen de registros sanitarios automáticos o inmediatos que aplica para todos los productos sobre los que ejerce control el Instituto Nacional de Medicamentos y Alimentos (INVIMA).
Decreto 60 de 2002	Por el cual se promueve la aplicación del Sistema de Análisis de Riesgos y Puntos de control Crítico HACCP en las fábricas de alimentos y se reglamenta el proceso de certificación.
Acuerdo 00005 de 2003	Establece que el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) reasume la expedición de documentos zoosanitarios para la importación y exportación de peces.
Resolución de la AUNAP 601 de 2012	“Por la cual se establecen los requisitos y procedimientos para el otorgamiento de los permisos y patentes relacionados con el ejercicio de la actividad pesquera y acuícola.”
Resolución de la AUNAP 1193 de 2014	“Por la cual se racionalizan unos trámites, señalando los requisitos para el permiso de cultivo para el ejercicio de la acuicultura de recursos limitados.”
Resolución de la AUNAP 1352 de 2016	“Por la cual se establece la clasificación de los acuicultores comerciales en Colombia de acuerdo con la actividad, el sistema y el volumen de producción.”
Resolución ICA 064 de 2016	“Por medio de la cual se establecen los requisitos para obtener el Registro Pecuario de los Establecimientos de Acuicultura ante el ICA.”
Resolución ICA 20186 de 2016	"Por medio de la cual se establecen las condiciones sanitarias y de bioseguridad en la producción primaria de animales acuáticos, para obtener el certificado como Establecimiento de Acuicultura Bioseguro"
Resolución de la AUNAP 2879 de 2017	“Por la cual se establecen los requisitos que deben cumplir los establecimientos dedicados a la acuicultura en el país para minimizar los riesgos de escape de especímenes de recursos pesqueros ícticos de especies exóticas, domesticadas y/o trasplantadas y de camarón marino a cuerpos de agua naturales o artificiales.”

Nota: Autoría propia basado en Suárez y Flórez (2021) y Fedecua (s.f.)

Por otra parte, según Fedeacua (s.f.), para formalizar un proyecto de producción piscícola, es necesario que el productor cuente con los documentos legales del predio en lo que refiere al certificado de tradición y libertad y al certificado de uso de suelo expedido por el municipio, el cual debe validar que el desarrollo de la actividad de piscicultura está permitido en el predio en donde se encuentra ubicado el proyecto. Una vez se cuenta con los anteriores documentos, se deben realizar los siguientes trámites:

1. **Trámite de concesión de agua.** La concesión de agua se otorga con base en el módulo de consumo de agua que la autoridad ambiental competente del departamento en donde se encuentra localizado el proyecto tiene reglamentado para piscicultura. (Fedeacua, s.f.)
2. **Trámite del permiso de vertimientos.** Este trámite se realiza simultáneamente con el permiso de concesión de agua. Además, es recomendable que el proceso sea acompañado por un profesional competente que tenga conocimiento del proceso, debido a la complejidad de los estudios exigidos por la Normatividad ambiental vigente. (Fedeacua, s.f.)
3. **Trámite permiso ocupación cauce (cuando aplique).** Este trámite se realiza en caso de que sea necesario construir estructuras en cuerpos de agua de uso público, para evitar afectaciones que pongan en riesgo la calidad del agua. Además, se recomienda solicitar un concepto técnico a la autoridad ambiental competente para definir si la estructura proyectada puede generar afectación. (Fedeacua, s.f.)

4. **Trámite permiso de aprovechamiento forestal.** Este trámite se realiza en caso de que se deba remover algún espécimen vegetal para la construcción de la infraestructura del proyecto piscícola. Además, deberán cumplir las exigencias del Decreto 1791 de 1996, en donde se establece el régimen de aprovechamiento forestal. (Fedeacua, s.f.)

Posteriormente, cuando el proyecto ya cuenta con los permisos ambientales requeridos, se procede a realizar el trámite del permiso de cultivo ante la AUNAP, en donde el piscicultor debe tener claridad de la categoría a la cual corresponde según la clasificación establecida en la Resolución de la AUNAP 1352 de 2016 y dependiendo de dicha clasificación, los requisitos para realizar el trámite del permiso de cultivo estarán reglamentados por la Resolución de la AUNAP 601 de 2012 si es para pequeños, medianos y grandes acuicultores; y por la Resolución de la AUNAP 1193 de 2014 si es para pequeños acuicultores en condición de personas naturales. Además, los piscicultores también deberán cumplir las medidas establecidas en la Resolución de la AUNAP 2879 de 2017 para la obtención del permiso de cultivo. (Fedeacua, s.f.)

Es importante agregar que el proyecto piscícola, además de realizar los trámites anteriormente expuestos, debe realizar el registro pecuario como establecimiento de acuicultura ante el ICA, el cual está reglamentado por la Resolución ICA 064 de 2016; para posteriormente poder tramitar el certificado como establecimiento de acuicultura biosegura, el cual está reglamentado por la Resolución ICA 20186 de 2016.

5 Conclusiones

1. Se realizó el plan de gestión del proyecto basado en las buenas prácticas de la Guía del PMBOK®, con el fin de guiar el desarrollo del proyecto propuesto, en el cual se determinó el alcance, los requisitos, los riesgos, la calidad, los interesados y la comunicación requerida, las actividades necesarias para su ejecución, la duración y costo de cada una de ellas, destacando que no se requirieron adquisiciones externas. Este plan permitió que el desarrollo del proyecto se realizara en los tiempos establecidos, destacando el papel del plan de gestión de riesgos, debido a que gracias a la implementación de las acciones correctivas de los riesgos identificados se pudo obtener la información necesaria y culminar los entregables en el tiempo establecido. También se destaca el uso de la tecnología en la comunicación y en el desarrollo del proyecto, ya que esta permite interacción con personas ubicadas lugares distantes, sin embargo, es importante considerar los factores ambientales y riesgos que se puedan presentar al implementar las diferentes tecnologías en el desarrollo de cualquier proyecto. Por otra parte, es de suma importancia tener claridad sobre el alcance del proyecto desde el inicio, ya que, de acuerdo con el alcance, se definen las tareas que son requeridas para poder cumplir y culminar el proyecto con éxito.

2. Se realizó un análisis del proyecto piscícola, con el fin de conocer la situación en la cual se encuentra el proyecto actualmente, encontrando que, a pesar de ser un proyecto reciente, este no cuenta con ningún tipo de documentación histórica de las inversiones realizadas, gastos generales y ganancias producidas, por lo cual fue de suma importancia mantener una comunicación constante con el administrador del proyecto, para

obtener la información necesaria. Además, cabe mencionar que, debido a la falta de información, no se ha podido determinar la rentabilidad del proyecto, y no es posible desarrollar un análisis detallado para poder determinar las acciones que se deben tomar para la continuación del proyecto. Ahora bien, respecto a los sistemas propuestos, se pudo encontrar que, a pesar de presentar beneficios que se destacan por su desarrollo sostenible, la implementación de estos sistemas requiere de una inversión inicial alta, y esta debe ser realizada por expertos. Por otra parte, se debe destacar la importancia de planificar y documentar los proyectos, ya que, con esto se puede observar su evolución y de esta manera tomar decisiones basadas en análisis realizados de acuerdo con los soportes que se tengan.

3. Para realizar la identificación de los requerimientos técnicos y legales de los sistemas, fue de suma importancia identificar a las personas expertas en los sistemas y realizar las solicitudes correspondientes, así como contar con fuentes confiables y actualizadas para realizar la recopilación de la información necesaria para la investigación. Cabe destacar que la recopilación de información inició antes de lo programado en el cronograma del proyecto, con el fin de cumplir los tiempos estipulados. Teniendo en cuenta lo anterior, se concluye la importancia de realizar los planes de gestión de interesados, comunicaciones y cronograma, ya que esto permitirá realizar las gestiones pertinentes con las partes interesadas que se van a ver involucradas en el desarrollo del proyecto en el momento adecuado y de esta manera cumplir con los tiempos determinados.

4. Se realizó la redacción de la guía contemplando los hallazgos de la investigación, con el fin de cumplir con el alcance del proyecto. Para desarrollar

correctamente este objetivo, fue necesario cumplir con los objetivos previos, en los cuales se realizó la recopilación de información. Dicha información debió ser obtenida de fuentes confiables, verídicas y verificables, para garantizar la calidad de la guía. Además, fue necesario filtrar y organizar la información relevante obtenida en la investigación, con el fin de presentar una redacción clara y concisa.

6 Recomendaciones

1. Se recomienda al administrador del proyecto piscícola de estudio o a la persona que desee implementar los sistemas propuestos en la guía, asesorarse con personas expertas en el tema, con el fin de garantizar una buena implementación, debido a que hay factores específicos que deben ser determinados in situ. Así mismo, es importante que se desarrolle un plan de dirección de proyecto para la implementación de los sistemas, con el fin de definir, preparar y coordinar los planes de gestión subsidiarios que lo compondrán, ya que esto permitirá conocer los pasos que deben ser llevados a cabo para desarrollar, monitorear y completar el proyecto con éxito.

2. Se aclara que la implementación de los sistemas se puede realizar de manera aislada, es decir, que se puede implementar un sistema a la vez, sin embargo, se recomienda a la persona interesada considerar y estudiar la posibilidad de realizar la implementación de estos sistemas en conjunto, dado que esto dependerá de la ubicación del proyecto piscícola y la disponibilidad de recursos.

3. Se recomienda al administrador del proyecto piscícola de estudio, documentar los gastos generales, inversiones, ganancias, procesos y demás actividades que se llevan a cabo a lo largo del ciclo de vida de la producción del cultivo, con el fin de determinar las acciones que se deben llevar a cabo a corto y mediano plazo sobre la continuación del proyecto y determinar si es factible la implementación de uno o ambos sistemas propuestos en la guía.

4. Se recomienda a la persona que desee implementar el sistema biofloc, realizar el seguimiento estricto de los parámetros que es requerido por este sistema y anotar

los resultados y observaciones que considere necesarias. Además, es importante que el proyecto piscícola se encuentre legalizado e inscrito ante la entidad correspondiente, con el fin de realizar los estudios pertinentes en caso de presentarse problemas en la producción.

5. En caso de utilizarse esta guía en un lugar diferente al expuesto en esta investigación, se recomienda realizar el análisis FODA identificando las oportunidades y amenazas externas que se pueden encontrar en el lugar donde se deseen implementar los sistemas y verifícas la normativa legal que rige en el lugar.

Lista de Referencias

- Aceves, P. (2018). *Administración de Proyectos Enfoque por Competencias*. México: Patria.
- Agencia de Desarrollo Rural . (s.f.). *Proyectos Integrales de Desarrollo Agropecuario y Rural (PIDAR)*. Obtenido de ADR - Agencia de Desarrollo Rural : <https://www.adr.gov.co/atencion-y-servicios-a-la-ciudadania/proyectos-integrales/>
- Alberto Pérez (DG Ciencia & Acuicultura). (25 de junio de 2017). *Costos de Producción de Tilapia en Biofloc [Video]*. Obtenido de YouTube: https://youtu.be/QZ3_CFruHIo
- Alcaldía de Medellín. (s.f.). *Qué es Planeación del Desarrollo Local y Presupuesto Participativo*. Obtenido de Planeación del Desarrollo Local y Presupuesto Participativo: <https://www.medellin.gov.co/irj/portal/medellin?NavigationTarget=contenido/7074-PP---Conoce>
- Ariza, F., & Mujica, E. (2019). Tecnología Biofloc (BFT), una alternativa sostenible para el desarrollo de la acuicultura: Una revisión. *Ingeniería y Región, Vol. 21*.
- AUNAP. (2019). *Cultivo de peces con tecnología biofloc*. Obtenido de ACOPI: <https://acopi.org.co/wp-content/uploads/2019/12/9.-Cultivo-de-peces-con-tecnolog%C3%ADa-biofloc.pdf>
- AUNAP y FAO. (mayo de 2013). *Diagnóstico del estado de la Acuicultura en Colombia*. Bogotá. Obtenido de <https://www.aunap.gov.co/biblioteca/>
- AUNAP y FAO. (1 de febrero de 2014). *Plan Nacional para el Desarrollo de la Acuicultura Sostenible en Colombia – PlaNDAS*. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación – FAO: <https://www.fao.org/faolex/results/details/en/c/LEX-FAOC172999/>
- CAR. (s.f.). *Parte Uno Diagnóstico Territorial por Subsistemas*. Obtenido de Esquema de Ordenamiento Territorial: <http://oaica.car.gov.co/archivos/1390808554diagnosticoterritorialporsubsystemaseotena.pdf>
- Celsia. (s.f.). *Todo lo que debes saber sobre energía solar en Colombia*. Obtenido de Celsia: <https://eficienciaenergetica.celsia.com/todo-lo-que-debes-saber-sobre-energia-solar-en-colombia/>

- Corporación Educativa Mas Social ESAL. (s.f.). PORTAFOLIO CORPORACIÓN EDUCATIVA MAS SOCIAL.
- David, F. (2013). *Conceptos de Administración Estratégica* (Decimocuarta ed.). México: Pearson.
- de Pelekais, C. (2000). Métodos cuantitativos y cualitativos: diferencias y tendencias. *Telos*, 347 -352.
- Díaz, T., & Carmona, G. (2018). *Instalaciones solares fotovoltaicas*. McGraw Hill.
- Doria, A. (2019). *Caracterización Ambiental de la Vereda Escalante del Municipio de Tena - Cundinamarca*. Obtenido de Repositorio Institucional Universidad Piloto de Colombia:
<http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/7512/Caracterizaci%C3%B3n%20Ambiental%20de%20la%20Vereda%20Escalante%2C%20municipio%20de%20Tena%20Cundinamarca.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- EcoInventos. (8 de enero de 2022). *¿Qué pasa si tienes energía solar y se va la luz?* Obtenido de EcoInventos: https://ecoinventos.com/que-pasa-si-tienes-energia-solar-y-se-va-la-luz/#%C2%BFPor_que_no_funcionan_los_paneles_solares_en_un_apagon
- Efimarket. (1 de marzo de 2018). *¿Qué es la Hora Solar Pico (HSP), para qué sirve y cómo calcularlo?* Obtenido de Efimarket: https://www.efimarket.com/blog/la-hora-solar-pico-hsp-sirve-calcularlo/#Que_es_la_Hora_Solar_Pico_HSP
- Enel . (s.f.). *¿Qué es la energía solar y cómo funciona?* Obtenido de Enel: <https://www.enel.pe/es/sostenibilidad/que-es-la-energia-solar-y-como-funciona.html>
- Enel. (marzo de 2022). *Factura exprés de consumo energético*. Obtenido de Enel: <https://www.enel.com.co/es/personas/servicio-al-cliente/factura-express.html#>
- ENERSAVE. (s.f.). *Energía Solar Fotovoltaica*. Obtenido de ENERSAVE: <http://enersave.es/medicion-neta/energia-solar>
- Equipo Hanna. (15 de julio de 2019). *Importancia del Oxígeno Disuelto en Piscicultura*. Obtenido de Hanna Instruments : <https://www.hannacolombia.com/aqua/blog/item/importancia-del-oxigeno-disuelto-en-piscicultura>
- Estado Colombiano. (18 de diciembre de 1974). *Decreto 2811 de 1974*. Obtenido de Función Pública: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=1551>

- Fedeacua. (s.f.). *Cartilla didáctica 1 - Formalización de la piscicultura en el departamento de Boyacá*. Obtenido de Fedeacua:
https://fedeacua.org/files/cartilla_n_1_boyaca.pdf
- Food News LATAM.COM. (11 de diciembre de 2020). *Piscicultura con tecnología biofloc se fortalece en Arauca*. Obtenido de Food News LATAM.COM:
<https://www.foodnewlatam.com/paises/77-colombia/10684-piscicultura-con-tecnolog%C3%ADa-biofloc-se-fortalece-en-arauca.html>
- Garay, C., & Guzmán, S. (2019). *Guía de implementación enfocada a un proyecto de energía solar fotovoltaica de autogeneración a pequeña escala, según lo estipulado en la ley 1715 de 2014*. Bogotá.
- García, J. (2016). *Metodología de la investigación para administradores*. Bogotá: Ediciones de la U.
- González, D. (12 de septiembre de 2016). *Prototipo de energía eléctrica fotovoltaica, para el laboratorio de energía de la Escuela Colombiana de Ingeniería [Tesis de maestría, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito]*. Obtenido de Repositorio Digital Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito:
<https://repositorio.escuelaing.edu.co/handle/001/446>
- González, F. (s.f.). *Fuentes de Información*. Obtenido de Universidad Nacional de Colombia: <https://dis.unal.edu.co/~fgonza/courses/2007-I/seminario-I/fuentesInformacion.pdf>
- González, O., Tautiva, C., & Quiroga, J. (s.f.). *Inviere y Gane con Energía - Guía práctica para la aplicación de los incentivos tributarios de la Ley 1715 de 2014*. Obtenido de UPME:
https://www1.upme.gov.co/Documents/Cartilla_IGE_Incentivos_Tributarios_Ley1715.pdf
- Greelane. (30 de marzo de 2020). *Uso de fuentes primarias en proyectos de investigación: definición y ejemplos*. Obtenido de
<https://www.greelane.com/es/humanidades/ingl%C3%A9s/primary-source-research-1691678/>
- Hargreaves, J. (2013). *Biofloc Production Systems for Aquaculture [Sistemas de Producción de Biofloc para Acuicultura]*. *Southern Regional Aquaculture Center*.
- Haughey, D. (s.f.). *Breve historia sobre la administración de proyectos*. Obtenido de Escuela de Project Management: <https://www.edpm.es/index.php/noticias/item/14-breve-historia-sobre-la-administracion-de-proyectos>

- Hernández, L., Londoño, J., Hernández, K., & Torres, L. (2019). Los sistemas biofloc: una estrategia eficiente en la producción acuícola. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 14(1), 70-99.
- Huamán, D. (23 de mayo de 2011). *Fuentes de Información*. Obtenido de http://bvspers.paho.org/videosdigitales/matedu/cam2011/Fuentes_informacion.pdf?ua=1
- Huamán, D. (23 de mayo de 2011). *Fuentes de Información*. Obtenido de http://bvspers.paho.org/videosdigitales/matedu/cam2011/Fuentes_informacion.pdf?ua=1
- IBERDROLA. (s.f.). *Qué es la energía solar fotovoltaica*. Obtenido de IBERDROLA: <https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/que-es-energia-fotovoltaica>
- ICONTEC. (2006). Norma Técnica Colombiana NTC 2883 Módulos fotovoltaicos (fv) de silicio cristalino para aplicación terrestre.
- ICONTEC. (2006). Norma técnica colombiana ntc 2883 módulos fotovoltaicos (fv) de silicio cristalino para aplicación terrestre. calificación del diseño y aprobación de tipo.
- ICONTEC. (2009). Norma Técnica Colombiana NTC 5287 Baterías para sistemas solares fotovoltaicos. Requisitos generales y métodos de ensayo.
- ICONTEC. (2010). Norma Técnica Colombiana NTC 5464 Módulos fotovoltaicos (fv) de lámina delgada para uso terrestre. Calificación del diseño y homologación.
- ICONTEC. (2010). Norma Técnica Colombiana NTC 5759 Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- ICONTEC. (2011). Norma Técnica colombiana NTC 5899-1 Calificación de la seguridad de los módulos fotovoltaicos (fv). Parte 1: Requisitos de construcción.
- ICONTEC. (2011). Norma Técnica Colombiana NTC 5899-2 Calificación de la seguridad de los módulos fotovoltaicos (fv). Parte 2: Requisitos para ensayos.
- ICONTEC. (2013). Norma Técnica Colombiana NTC 5512 Ensayo de corrosión por niebla salina de módulos fotovoltaicos (fv).
- ICONTEC. (2013). Norma Técnica Colombiana NTC 6016 Controladores de carga para instalaciones fotovoltaicas. Comportamiento y rendimiento.
- ICONTEC. (2017). Norma Técnica Colombiana NTC 1152 Baterías primarias (pilas eléctricas).

- ICONTEC. (2020). *Código Eléctrico Colombiano - NTC 2050 (Segunda actualización)*. Bogotá.
- ICONTEC. (s.f.). *Normas Técnicas Vigentes*. Obtenido de ICONTEC: <https://tienda.icontec.org/>
- IDEAM. (s.f.). *Atlas de Radiación Solar, Ultravioleta y Ozono de Colombia*. Obtenido de ATLAS: <http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasRadiacion.html>
- ITM Platform . (s.f.). *Ciclos de vida clásico, iterativo y ágil*. Obtenido de ITM Platform : <https://www.itmplatform.com/es/blog/ciclos-de-vida-clasico-iterativo-y-agil/>
- Junta de Castilla y León. (s.f.). *Energía Solar Fotovoltaica: Manual del Instalador*.
- La Finca de Hoy. (27 de enero de 2020). *Uso de paneles solares en explotaciones piscícolas [Video]*. YouTube. Obtenido de <https://youtu.be/AHtupcgX3so>
- Lema, A., & Padilla, S. (2017). *Implementación de un Sistema Automatizado de Bombeo de Agua para la Generación de Oxígeno Artificial Utilizando Energía Solar para Piscicultura de la Finca “El Porvenir”*. Obtenido de Escuela Superior Politécnica de Chimborazo: <http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/6879/1/108T0198.pdf>
- Ley 1715 de 2014. (13 de mayo de 2014). Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional. D.O. No. 49150.
- Lledó, P. (2017). *Director de Proyectos: Cómo Aprobar el Examen PMP® sin Morir en el Intento*. USA.
- López, N. (3 de julio de 2020). *Los países con mayor producción de energía solar*. Obtenido de EnergyNews: <https://www.energynews.es/los-paises-con-mayor-produccion-de-energia-solar/>
- Marinho, I. (2017). *Sistema de Energia Solar para Piscicultura - TO*. Obtenido de Universidad de Brasilia: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/20033/1/2017_IngrydLuiseMarinhoDeSousa_tc.pdf
- Meléndez, J., Cruz, O., Bastidas, J., & Quiroga, O. (1 de noviembre de 2017). Aspectos técnicos y regulatorios para la implementación de generación eléctrica fotovoltaica a nivel residencial en Colombia. *IX Simposio Internacional sobre Calidad de la Energía Eléctrica*.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (marzo de 2021). *Acuicultura en Colombia - Cadena de la Acuicultura*. Obtenido de

<https://sioc.minagricultura.gov.co/Acuicultura/Documentos/2021-03-31%20Cifras%20Sectoriales.pdf>

- Name, J. (23 de mayo de 2016). Ley de Energías Limpias - Foro Reglamentación Ley 1715. Obtenido de https://es.slideshare.net/sciprensa/ley-de-energias-limpias-foro-reglamentacin-ley-1715?next_slideshow=62313072
- Normas APA. (29 de septiembre de 2016). *El marco metodológico de la tesis ¿Cómo elaborarlo?* Obtenido de Normas APA: <https://normasapa.net/marco-metodologico-tesis/>
- Ortega, A., Amado, A., Cordoba, D., & Barbosa, L. (diciembre de 2015). *Avances de la Acuicultura y Pesca en Colombia, Vol. 1.*
- Peña, M. (6 de enero de 2022). *¿Por qué subió tanto la factura de la luz?* Obtenido de Blu Radio: <https://www.bluradio.com/nacion/por-que-subio-tanto-la-factura-de-la-luz>
- Pérez, J. (27 de mayo de 2020). *Biofloc, la alternativa para una acuicultura sustentable.* Obtenido de JORGE PÉREZ COLÍN: <https://blog.jorgeperezcolin.mx/biofloc-alternativa-acuicultura-sustentable/>
- Pernia, W. (s.f.). *Tecnología biofloc.* Obtenido de agrotendencia: <https://agrotendencia.tv/agropedia/bio-floc-sistema-o-tecnologia-biofloc-y-bio-floc-en-acuicultura/>
- Pimienta, J., & de la Orden, A. (2017). *Metodología de la investigación.* Ciudad de México: Pearson.
- PMI (Project Management Institute). (2017). *Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK®) - Sexta Edición.* Pennsylvania: Project Management Institute, Inc.
- PMI (Project Management Institute). (2021a). *Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK®) – Séptima edición.* Newton Square, Pennsylvania: Project Management Institute, Inc.
- PMI (Project Management Institute). (2021b). *El estándar para la dirección de proyectos.* Newton Square, Pennsylvania: Project Management Institute, Inc.
- Puentes, J. (18 de enero de 2021). *¿Qué diferencias existen entre el PMBOK6® y el PMBOK7®? Las analiza José Antonio Puentes, director del Máster en PMP de UNIR y presidente fundador del PMI® Capítulo de España.* Obtenido de El PMBOK 7 y nuestra formación: <https://www.unir.net/ingenieria/revista/el-pmbok-7-y-nuestra-formacion/>

- Reyes, E. (RB AQUACULTURE). (28 de octubre de 2020). *Biofloc en Acuicultura Tilapia - Webinar -Introduccion al Biofloc , Generalidades [Video]*. Obtenido de YouTube: https://youtu.be/v5UQv_QFIT4
- Rojas, A., & Hernández, Ó. (2018). Síntesis de la Normatividad Colombiana Para Instalaciones Solares Fotovoltaicas. Obtenido de http://cici.unillanos.edu.co/media2018/memorias/CICI_2018_paper_12.pdf
- Scrum Manager BoK. (26 de abril de 2021). *Gestión predictiva*. Obtenido de Scrum Manager BoK: https://www.scrummanager.net/bok/index.php?title=Gesti%C3%B3n_predictiva#:~:text=La%20gesti%C3%B3n%20de%20proyectos%20predictiva,definidas%20de%20plazo%20y%20coste.
- SENA. (s.f.). Piscicultura continental. *Principios generales de acuicultura y piscicultura*.
- Sisa, B., & Palacios, P. (2019). *Implementación de la Tecnología Biofloc, como una Alternativa Sostenible para la Piscicultura en el Municipio de Valle del Guamuez, Departamento del Putumayo, Colombia*. Obtenido de Universidad de Manizales: https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/bitstream/handle/20.500.12746/4082/Palacios_Pedro%20y%20Sisa_Bayron_2019.pdf?sequence=1
- SOLAR VERDE. (10 de agosto de 2021). How many solar panels do I need for my house? Calculation of an isolated off grid system (Batteries) [Como calcular cuantos paneles solares necesito para un sistema solar fotovoltaico aislado. Calculo de un sistema aislado. Calculo de baterías.]. [Video]. Obtenido de YouTube: <https://youtu.be/AayUQqF4ics>
- SOLARGIS. (s.f.). *Solar resource maps of Germany*. Obtenido de SOLARGIS: <https://solargis.com/maps-and-gis-data/download/germany>
- Solargreen. (s.f.). *Normativa Colombia - Energías Renovables No Convencionales*. Obtenido de Solargreen: <https://www.solargreen.com.co/normativa.html>
- SolarPlak. (s.f.). *Cómo elegir un inversor para paneles*. Obtenido de SolarPlak: <https://solarplak.es/energia/como-elegir-un-inversor-para-paneles/>
- Suárez, W., & Flórez, Y. (2021). *Estudio de factibilidad sobre la implementación de un sistema de producción acuícola en la zona de influencia del Proyecto Hidroeléctrico Porce II en el municipio de Amalfi*. Obtenido de Repositorio Institucional Universidad de Antioquia: <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/20276>

- SYSCOM. (11 de agosto de 2020). *Energía Solar, Sistemas de Interconexión - Curso Express SYSCOM (Sesión 1) [Video]*. Obtenido de YouTube: <https://youtu.be/tSpmKyf3Ex8>
- Tarifasgasluz. (30 de marzo de 2021). *¿Qué son los reguladores solares y cuál elijo según mi instalación?* Obtenido de Tarifasgasluz: <https://tarifasgasluz.com/autoconsumo/componentes/regulador-solar#que-es-funciones-regulador>
- TECNOPEZ SPR de RL. (27 de noviembre de 2018). *5 3 Requerimientos mínimos para cultivar con Biofloc [Video]*. Obtenido de YouTube: <https://youtu.be/eZWKUqqBtZU>
- Tecnosol. (23 de marzo de 2017). *Cómo dimensionar el regulador PWM o MPPT necesario*. Obtenido de Tecnosol: <https://tecnosolab.com/noticias/dimensionar-el-regulador-solar-pwm-o-mppt/>
- Treid. (22 de abril de 2020). *Importaciones y exportaciones de pescado en Colombia*. Obtenido de Treid blog: <https://www.treid.co/post/importaciones-y-exportaciones-de-pescado-en-colombia>
- UCI (Universidad para la Cooperación Internacional). (s.f.). *Plantilla para la sección de desarrollo Plan de Calidad de Proyecto*. Obtenido de Universidad para la Cooperación Internacional.
- UCI. (2021). *GUÍA DE PRIORIZACIÓN Y PLANIFICACIÓN DE LA RESPUESTA A LOS RIESGOS. Caso Práctico 4: Respuesta a los Riesgos*. Obtenido de <https://campusuci2.com/REP/152/1522/09ACAPIII/U4/01.pdf>
- Universidad Benito Juárez. (30 de enero de 2017). *¿En qué consiste el alcance del proyecto?* Obtenido de Universidad Benito Juárez: <https://www.ubjonline.mx/en-que-consiste-el-alcance-del-proyecto/>
- Universidad de Alcalá. (s.f.). *Fuentes de Información*. Obtenido de Biblioteca Universidad de Alcalá: <http://www3.uah.es/bibliotecaformacion/BPOL/FUENTESDEINFORMACION/index.html>
- Universidad de Alicante. (s.f.). *Ventajas e inconvenientes en el uso de documentos y fuentes secundarias*. Obtenido de Técnicas de Investigación Social: <https://sites.google.com/site/tecninvestigacionsocial/temas-y-contenidos/tema-2-fuentes-secundarias-y-documentacion2/ventajas-e-inconvenientes-en-el-uso-de-documentos-y-fuentes-secundarias>

- Universidad de Guadalajara. (s.f.). *Clasificación general de las fuentes de información*.
Obtenido de Universidad de Guadalajara:
<http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/portal/clasificacion-general-de-las-fuentes-de-informacion>
- UPME. (s.f.a). *ABC Fuentes No Convencionales de Energía*. Obtenido de UPME:
<https://www1.upme.gov.co/Incentivos/Paginas/abcfnce.aspx>
- UPME. (s.f.b). *Estadísticas Incentivos FNCE*. Obtenido de UPME:
<https://www1.upme.gov.co/Incentivos/Paginas/reportesfnce.aspx>
- Zita, A. (30 de enero de 2021). *Métodos de investigación*. Obtenido de TodaMateria:
<https://www.todamateria.com/metodos-de-investigacion/>

Anexos**Anexo 1: ACTA (CHÁRTER) DEL PFG**

1. Nombre del (de la) estudiante

Paula Andrea Vargas Arámbula

2. Nombre del PFG

Propuesta metodológica para la gestión de proyectos de energía solar y sistemas con tecnología biofloc en estanques piscícolas.

3. Área temática del sector o actividad

Agropecuario

4. Firma de la persona estudiante

5. Nombre de la persona docente SG

Ramiro Fonseca Macrini

6. Firma de la persona docente

7. Fecha de la aprobación del Acta:

31 de enero 2022

8. Fecha de inicio y fin del proyecto

9 de noviembre 2021

17 de junio 2022

9. Pregunta de investigación

¿Cómo se pueden estandarizar los procesos para reducir el costo de la energía eléctrica y optimizar el consumo de agua dulce en los estanques piscícolas mediante la implementación de energía solar y el sistema de tecnología biofloc?

10. Hipótesis de investigación

Es posible desarrollar una guía metodológica para la gestión de proyectos de un sistema biofloc y uso de energía solar en estanques piscícolas, que permita la disminución del costo de la energía eléctrica y la optimización del consumo de agua dulce en este tipo de proyectos.

11. Objetivo general

Desarrollar una guía metodológica para la gestión de proyectos de energía solar y sistemas con tecnología biofloc en estanques piscícolas para disminuir el costo energético y optimizar el consumo de agua dulce.

12. Objetivos específicos

1. Desarrollar el plan de gestión de proyecto para guiar el desarrollo y la supervisión del trabajo.

2. Comparar los sistemas convencionales usados actualmente en los estanques piscícolas objeto de estudio con los sistemas propuestos para conocer los beneficios y desventajas que se pueden encontrar.
3. Identificar los requisitos para la implementación de la energía solar y la tecnología de sistemas biofloc en los estanques piscícolas de estudio para determinar los elementos que se deben tener en cuenta en la estandarización.
4. Redactar la guía para para que sea un instrumento práctico que contemple los hallazgos de la investigación.

13. Justificación del PFG

Esta guía se realizará para resolver dos problemáticas identificadas dentro de la región donde se está desarrollando un proyecto del sector piscícola o acuícola, que se encuentra ubicado en la finca Utopía en región rural del municipio de Tena, Cundinamarca en la vereda Escalante, las cuales son la escasez de agua dulce en ciertas temporadas del año y el alto costo de la energía eléctrica, así como los frecuentes cortes de esta última.

Además, de acuerdo con la información suministrada por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia, el consumo per cápita del subsector pecuario de la pesca y la acuicultura del año 2019 fue de 7.8 kg/persona/año, mientras que para el año 2020, el consumo fue de 8.8 kg/persona/año, lo que

demuestra una creciente demanda de estos productos, y por ello se ve la necesidad de crear esta guía con el fin de desarrollar un modo de producción más sostenible para este subsector.

Entre los beneficios de la implementación de los sistemas propuestos se encuentra la reducción del uso del agua dulce, el incremento de producción piscícola, por lo cual en el momento en que el sistema se estabilice, puede generar crecimiento económico en la región, el tratamiento in situ de los residuos generados, la producción de alimento gracias a los microorganismos del sistema biofloc, el cual ayuda a la disminución del costo del alimento concentrado y finalmente, la disminución del costo de la energía eléctrica gracias a la utilización de energías renovables.

Por otra parte, realizando la investigación preliminar a la propuesta de este proyecto, no se ha encontrado una guía similar a la que se está proponiendo.

14. Estructura de desglose de trabajo (EDT). En forma tabular, que describa el entregable principal y los secundarios -productos o servicios que generará el PFG.

1. Propuesta metodológica para la gestión de proyectos de energía solar y sistemas biofloc en estanques piscícolas
 - 1.1. Seminario de Graduación Aprobado
 - 1.1.1. Plan de gestión del proyecto del PFG
 - 1.1.1.1. Acta de constitución del PFG
 - 1.1.1.2. Plan de gestión del alcance del PFG

1.1.1.3. Plan de gestión del cronograma del PFG

1.1.1.4. Plan de gestión de costos del PFG

1.1.1.5. Plan de gestión de calidad del PFG

1.1.1.6. Plan de gestión de recursos del PFG

1.1.1.7. Plan de gestión de riesgos del PFG

1.1.1.8. Plan de gestión de comunicaciones del PFG

1.1.1.9. Plan de gestión de interesados del PFG

1.2. Tutoría Aprobada

1.2.1. Comparación de los sistemas actuales y los propuestos

1.2.1.1. Descripción de los sistemas actuales usados en los estanques piscícolas objeto de estudio

1.2.1.2. Descripción de los sistemas propuestos

1.2.1.3. Análisis FODA

1.2.2. Definición de los requisitos para la implementación de los sistemas propuestos.

1.2.2.1. Requisitos para la implementación de energía solar fotovoltaica

1.2.2.1.1. Requisitos y especificaciones técnicas

1.2.2.1.2. Requisitos del marco legal

1.2.2.2. Requisitos para la implementación de los sistemas con tecnología biofloc

1.2.2.2.1.	Requisitos y especificaciones técnicas
1.2.2.2.2.	Requisitos del marco legal para la implementación de piscicultura
1.2.3.	Redacción de la guía
1.2.3.1.	Resumen ejecutivo
1.2.3.2.	Introducción
1.2.3.3.	Cuerpo de la guía
1.2.3.3.1.	Ventajas y desventajas de los sistemas propuestos
1.2.3.3.2.	Requisitos para la implementación de energía solar fotovoltaica
1.2.3.3.3.	Requisitos para la implementación del sistema con tecnología biofloc
1.2.4.	Conclusiones
1.2.5.	Recomendaciones
1.3.	Lectoría Aprobada
1.3.1.	Revisión de los lectores
1.3.2.	Implementación de las recomendaciones

15. Presupuesto del PFG

Visitas a la región en donde se encuentra el proyecto (alojamiento, alimentación, transporte) \$300

El resto de los gastos no son significativos.

16. Supuestos de la planeación y ejecución del PFG

1. El tiempo que se estima para de desarrollo para el PFG será de 15 a 20 horas semanales.
2. Se cuenta con la autorización por parte del dueño del proyecto de piscicultura
3. Se tendrá acceso a la información necesaria para llevar a cabo el proyecto
4. Interés del propietario del proyecto en implementar la guía una vez esté finalizada.

17. Restricciones del PFG

1. El tiempo de desarrollo para el PFG está limitado de 12 semanas.
2. La tecnología del sistema biofloc se usa desde hace poco en el país, por lo cual no hay muchos expertos en el tema.
3. Solo se tendrá en cuenta una finca de la región de Tena, Cundinamarca para el desarrollo de este proyecto.
4. El desarrollo de este proyecto será meramente teórico, no implica la implementación de ninguno de los sistemas propuestos.

18. Enumeración de riesgos de la ejecución del PFG

El tiempo de revisión por parte del tutor es limitado, por lo que si se excede podría atrasar la entrega final.

Nuevo confinamiento por un nuevo pico de la pandemia del COVID, lo cual no permitiría realizar las giras al proyecto objeto de estudio.

19. Principales hitos

Entregable	Fecha finalización
Aprobación del Seminario de Graduación	31/01/22
Aprobación de la Tutoría de Desarrollo	09/05/22
Lectoría Aprobada	24/05/22
Correcciones finales del PFG	07/06/22
Aprobación Final	22/06/22

20. Identificación de grupos de interés

Involucrados Directos:

Docente del Seminario de Graduación, tutor del PFG, investigadora PFG, lectores.

Involucrados Indirectos:

Coordinador de Proyectos de la Corporación Educativa Mas Social, habitantes de la región.

21. Marco teórico

21.1 Estado de la cuestión

El proyecto objeto de estudio se encuentra en la finca Utopía de la región rural del municipio de Tena en el departamento de Cundinamarca, Colombia, en la vereda Escalante. De acuerdo con entrevistas preliminares realizadas a los habitantes de la región, se puede decir que existen dos principales problemáticas para el desarrollo de las actividades piscícolas de las que trata este estudio. En primera instancia, se encuentra el costo y los constantes cortes de la energía eléctrica, lo cual provoca gran mortandad de peces, así como un desarrollo (crecimiento) lento debido a la falta de oxigenación y, en segunda instancia, se encuentra la escasez del agua en determinados periodos del año, lo cual no permite hacer recambios de agua constantes como es requerido en los sistemas convencionales de piscicultura.

Es por ello, que al desarrollar las investigaciones pertinentes sobre la implementación de proyectos piscícolas y poder hacer frente a la problemática anteriormente mencionada, se pudo encontrar como alternativa la implementación de energías renovables, específicamente la energía solar fotovoltaica, aprovechando la radiación solar que recibe la región de Tena, que tiene un promedio anual aproximado entre 4.0 y 4.5 KWh/m²/día, de acuerdo con el IDEAM.

Por otra parte, para la problemática del agua, se encontró un nuevo sistema que se está implementando hace poco tiempo en el país y que, a diferencia del sistema convencional, no requiere de tanto espacio ni realizar recambios de agua, únicamente se debe llenar el agua que se ha perdido por la evaporación. Este sistema es conocido como tecnología biofloc, el cual, según Pernía, (s.f.) permite el cultivo de peces o crustáceos en un ambiente dominado por microorganismos, que son un conjunto de bioflóculos formados por bacterias y protozoos, fitoplancton y zooplancton, los cuales ayudan a la transformación de la materia orgánica, manteniendo limpia el agua y a su vez son un excelente alimento para el cultivo de peces.

Cabe mencionar que el sistema biofloc, una vez estabilizado, puede llegar a producir 40 kg de peces por metro cúbico (Pérez, 2020), lo cual a largo plazo ayudaría al crecimiento económico, dado que según cifras de informes dados por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2020), en la década 2010-2019, el sector de la acuicultura registró un incremento de un promedio anual del 9% en la generación de empleo tanto directo como indirecto.

21.2 Marco conceptual básico

Administración de proyectos, guía metodológica, sistema biofloc, energía solar fotovoltaica, piscicultura, sostenibilidad.

22. Marco metodológico

Objetivo	Nombre del entregable	Fuentes de información	Método de investigación	Herramientas	Restricciones
1. Desarrollar el plan de gestión de proyecto para guiar el desarrollo y la supervisión del trabajo.	Plan de gestión de proyecto del PFG	Primarias: Tesis Secundarias: Guía del PMBOK	Analítico – sintético. Cualitativo.	Plantillas, matrices	Tiempo definido para realizar el PFG
2. Comparar los sistemas convencionales usados actualmente en los estanques piscícolas objeto de estudio con los sistemas propuestos para conocer los beneficios y desventajas que se pueden encontrar.	Comparación de los sistemas actuales y los propuestos	Primarias Tesis, visitas de campo, libros. Secundarias: Videos.	Cuantitativo y cualitativo. Análisis del comportamiento de los sistemas actuales y los sistemas propuestos.	Entrevistas, análisis FODA	Disponibilidad de tiempo para realizar las giras al proyecto objeto de estudio. Disponibilidad de tiempo del dueño del proyecto objeto de estudio Tiempo definido para realizar el PFG
3. Identificar los requisitos para la implementación de la energía solar y la tecnología de sistemas biofloc en los estanques piscícolas de estudio para determinar los elementos que se deben tener	Definición de requisitos para la implementación de los sistemas propuestos	Primarias: Libros, tesis Secundarias: Videos	Cualitativo. Análisis de información	Revisión y análisis de documentación	Tiempo definido para realizar el PFG

Objetivo	Nombre del entregable	Fuentes de información	Método de investigación	Herramientas	Restricciones
en cuenta en la estandarización.					
4. Redactar la guía para que sea un instrumento práctico que contemple los hallazgos de la investigación.	Redacción de la guía	Primarias: Libros, tesis Secundarias: Documentos, guías	Analítico – sintético. Cualitativo.	Plantillas, recopilación de la información	Tiempo definido para realizar el PFG

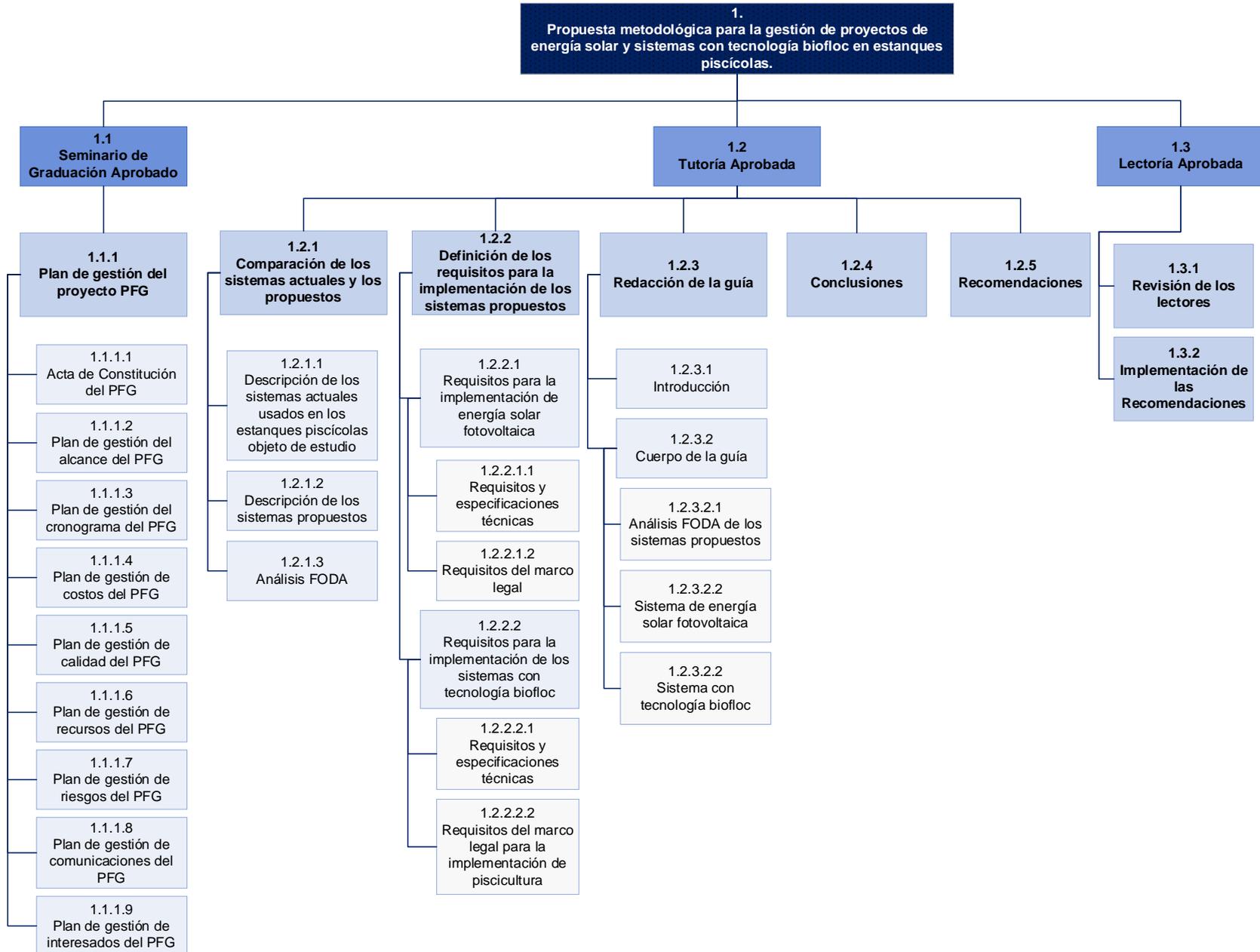
23. Validación del trabajo en el campo del desarrollo regenerativo o sostenible

Con este PFG se trabajarán los conceptos del desarrollo regenerativo, principalmente la línea de medio ambiente y además estaría contribuyendo al ODS de producción y consumo sostenible, dado que el proyecto está enfocado en generar una guía para desarrollar alternativas piscícolas más sustentables, en donde se empleen energías renovables como la energía solar fotovoltaica, aprovechando la alta radiación solar que recibe la región. Además, también se plantea utilizar un sistema denominado biofloc que permite optimizar el uso del agua, lo cual ayudaría a reducir la extracción directa de los sistemas fluviales de la región, y a su vez es un sistema que permite la generación de alimento vivo, permitiendo una mejor alimentación y nutrición de los animales, lo cual ayudaría a la reducción de gastos en el alimento concentrado convencional.

Indicadores

- Índice de consumo energético: su medición se realizará mediante los recibos de las facturas mensualmente, registrando los datos para poder realizar las comparaciones mensuales del consumo energético
- Índice de eficiencia energética: consumo energético (kWh)/ biomasa (kg), se calcula teniendo en cuenta el consumo energético sobre la producción obtenida en un determinado periodo de tiempo.
- Índice de consumo o abastecimiento de agua: consumo de agua (L)/ biomasa (kg) se medirá anotando los números de recambios de agua realizados y la altura de agua que debe ser llenada por evaporación, de acuerdo al tamaño del estanque sobre la producción obtenida en un determinado periodo de tiempo.

Anexo 2: EDT DEL PFG



**Anexo 4: Propuesta Metodológica para la Gestión de Proyectos de Energía Solar
y Sistemas con Tecnología Biofloc en Estanques Piscícolas**



PROPUESTA
METODOLÓGICA PARA
LA GESTIÓN DE
PROYECTOS DE ENERGÍA
SOLAR Y SISTEMAS CON
TECNOLOGÍA BIOFLOC
EN ESTANQUES
PISCÍCOLAS

Esta guía está diseñada para brindar información sobre los sistemas de energía solar fotovoltaica y tecnología biofloc, los cuales son sistemas que, aplicados en la piscicultura, permiten una producción más sostenible y eficiente, ya que se disminuye el consumo energético de la red pública y se optimiza el consumo de agua dulce.

En esta guía se presenta:

- Un análisis en el cual se identifican las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas de la implementación de los sistemas.
- La descripción de cada uno de los sistemas.
- Las consideraciones de carácter técnico que deben ser tenidas en cuenta.
- El proceso propuesto para realizar la implementación de cada sistema, detallando paso a paso.
- La normativa asociada a cada uno de los sistemas.

ANÁLISIS FODA DE LOS SISTEMAS

Este análisis permite identificar las fortalezas y debilidades propias de cada sistema, así como las oportunidades y amenazas de factores externos que pueden afectar a los sistemas una vez se encuentren implementados en el lugar del proyecto.

Sistema de Energía Solar Fotovoltaica

Fortalezas	Debilidades
<p>F1. No produce emisiones contaminantes. F2. Es una energía renovable. F3. Disminución del consumo energético de la red eléctrica de Enel. F4. Mantenimiento sencillo. F5. Ausencia de ruido durante su funcionamiento. F6. Fácil instalación. F7. Larga duración</p>	<p>D1. Inversión inicial alta. D2. La recuperación del capital es a largo plazo. D3. Requiere de un espacio libre de cualquier objeto que pueda producir sombra. D4. Requiere juicio experto para su dimensionamiento e instalación. D5. Requiere sistema de almacenamiento de energía.</p>
Oportunidades	Amenazas
<p>O1. Condiciones climáticas favorables, dado que el proyecto se encuentra en un lugar con una radiación solar media diaria de 3.5-4.5 kWh/m². O2. Dificil acceso de la red de energía eléctrica pública al lugar donde se encuentran los estanques de tierra. O3. Incentivos tributarios del gobierno</p>	<p>A1. Nubosidad o largas temporadas de invierno A2. Dimensionamiento escaso en cuanto al consumo requerido respecto a la energía generada. A3. Corto dimensionamiento de la capacidad de banco de baterías para suplir las horas nocturnas de suministro de luz A4. Falta de mantenimiento de los equipos que disminuyan la capacidad de los equipos. A5. Falta de poda de árboles cercanos a los paneles solares. A6. No contemplar el recambio de las baterías cada 4 años dentro del proyecto.</p>

Estrategias FODA Sistema de Energía Solar Fotovoltaica

Estrategias FO

(F3, F6, F7, O1, O3) Realizar análisis financiero y proyecciones del comportamiento del sistema solar fotovoltaico con el fin de verificar la viabilidad técnica y económica de la implementación de este sistema.

(F1, F2, O3) Gestionar los trámites y presentar la solicitud para certificarse como un proyecto FNCE ante la UMPE para acceder a los incentivos tributarios que ofrece el gobierno.

Estrategias DO

(D1, D2, O3) Gestionar los trámites y acceder a los créditos de financiamiento para proyectos de energías renovables no convencionales, los cuales tiene tasas más competitivas y plazos más largos para el pago.

(D3, O1, O2) Determinar un lugar estratégico para la instalación del sistema con la recomendación del consultor experto, en donde no haya objetos que puedan generar sombra. Además, se debe realizar monitoreo y mantenimiento de la zona para evitar el crecimiento de plantas que puedan obstaculizar la luz solar.

Estrategias FA

(F3, F4, A1, A4) Realizar limpieza y mantenimiento de los paneles para asegurar su máxima eficiencia. Igualmente, se debe verificar la disminución del consumo de la energía de la red pública.

Estrategias DA

(D1, D2, D3, A1) Llevar a cabo reuniones presenciales con el contratista experto en energía solar fotovoltaica, con el fin de establecer un lugar estratégico para la ubicación del sistema solar fotovoltaico, escoger los paneles más óptimos, teniendo en cuenta la eficiencia y la rentabilidad.

(D3, A4, A5) Escoger un lugar estratégico de acuerdo al criterio experto, en el cual se pueda realizar un mantenimiento tanto a los paneles como a los lugares aledaños.

(D4, A2, A3) Contratar personal calificado para realizar el dimensionamiento e instalación del sistema.

(D5, A6) Realizar la revisión del estado de las baterías mediante juicio experto, teniendo en cuenta el tipo de batería con la cual se trabaja.

Sistema de Tecnología Biofloc	
Fortalezas	Debilidades
<p>F1. Ofrece bioseguridad</p> <p>F2. Mayor productividad del cultivo.</p> <p>F3. Mejora el factor de conversión alimenticia.</p> <p>F4. Disponibilidad de alimento para los animales 24/7.</p> <p>F5. Minimiza la utilización de espacio.</p> <p>F6. Minimiza la utilización de agua durante el cultivo.</p> <p>F7. Mejora la calidad del cultivo.</p>	<p>D1. Tiene un mayor riesgo por oxígeno</p> <p>D2. Inversión inicial alta.</p> <p>D3. Requiere estar conectado a la energía eléctrica 24/7</p> <p>D4. Se debe tener un control más estricto en los parámetros del agua.</p> <p>D5. Es necesario una persona capacitada en esta tecnología.</p>
Oportunidades	Amenazas
<p>O1. Apoyo de instituciones gubernamentales para fortalecer el campo.</p> <p>O2. Diversificar el mercado agropecuario de la región.</p> <p>O3. Poca competitividad en la región donde se encuentra ubicado el proyecto.</p>	<p>A1. Fallos en los suministros de energía eléctrica.</p> <p>A2. Incremento de costo en los insumos piscícolas.</p> <p>A3. Largas temporadas de invierno con fuertes lluvias</p> <p>A4. Bloqueo de vías</p> <p>A5. Presencia de bacterias o enfermedades en el cuerpo de agua utilizado.</p> <p>A6. Afectaciones biológicas en el cultivo por ingresos no autorizados.</p> <p>A7. Alimento de baja calidad, vencido o contaminado.</p> <p>A8. Pérdida de oxígeno en los tanques por falta de energía</p>

Estrategias FODA Sistema de Tecnología Biofloc

Estrategias FO

(F2, O2, O3) Generar alianzas estratégicas con los habitantes y restaurantes de la región para comercializar el producto.

Estrategias DO

(D2, O1) Buscar programas gubernamentales que apoyen y financien los proyectos

Estrategias FA

(F1, A5, A6, A7) Diseñar y ejecutar un protocolo de bioseguridad que permita realizar control a los puntos críticos del proceso.

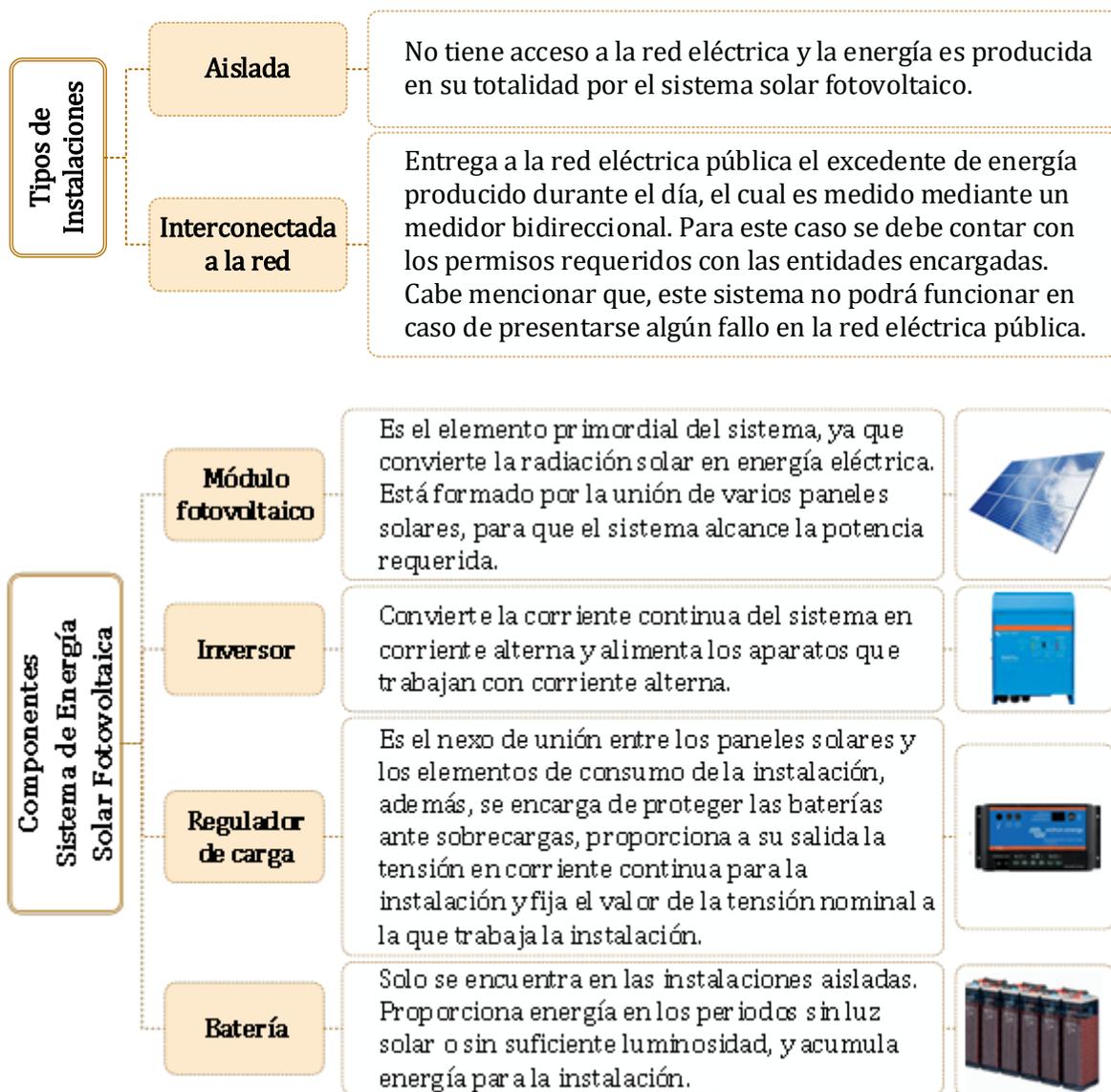
Estrategias DA

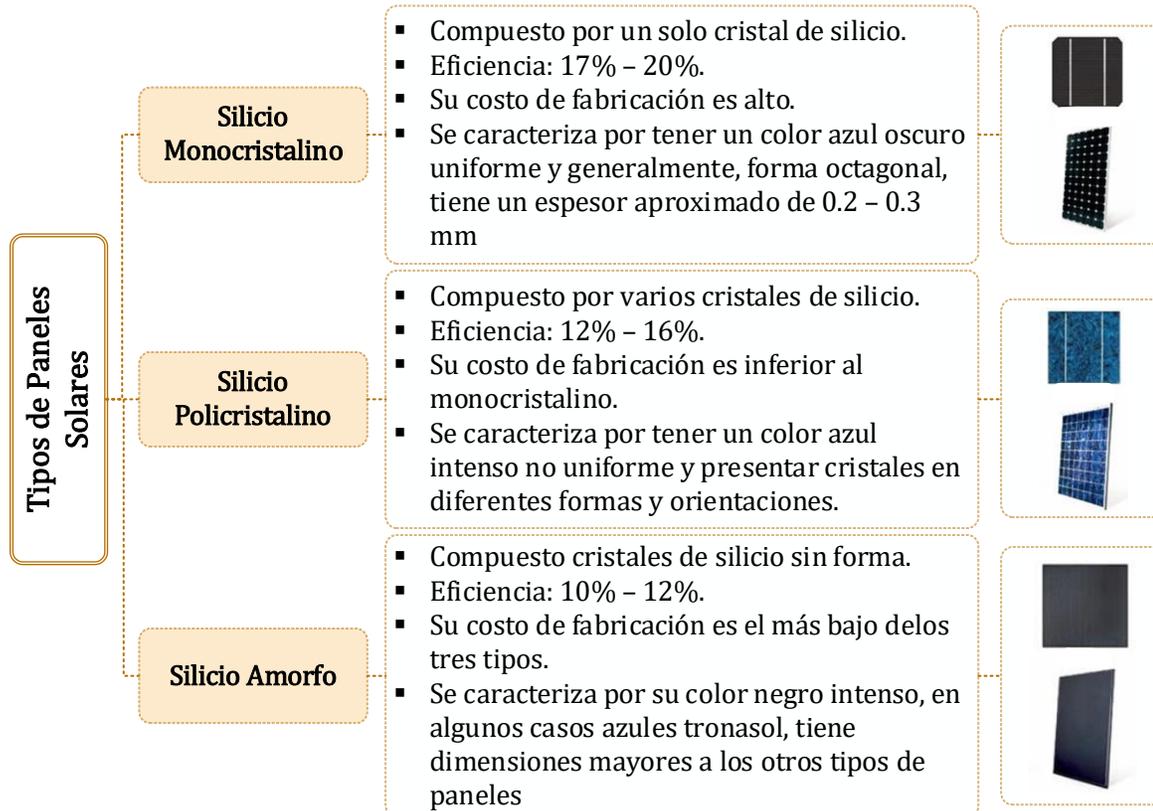
(D1, D3, A1) Implementar energías renovables como la energía solar aislada para alimentar los equipos utilizados en el sistema y tener un generador de energía en caso de fallo del sistema principal que sea capaz de suplir los requerimientos de energía del sistema de oxigenación.

(D4, A3) Realizar la medición de los parámetros del agua diariamente y generar un plan de acción en caso de que los parámetros se salgan del rango ideal.

SISTEMA DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

Un sistema de energía solar fotovoltaico es una instalación destinada a transformar la radiación en energía eléctrica. Se caracteriza por su facilidad de instalación, ausencia de ruido durante su funcionamiento, larga duración, elevada fiabilidad y requerir poco mantenimiento.





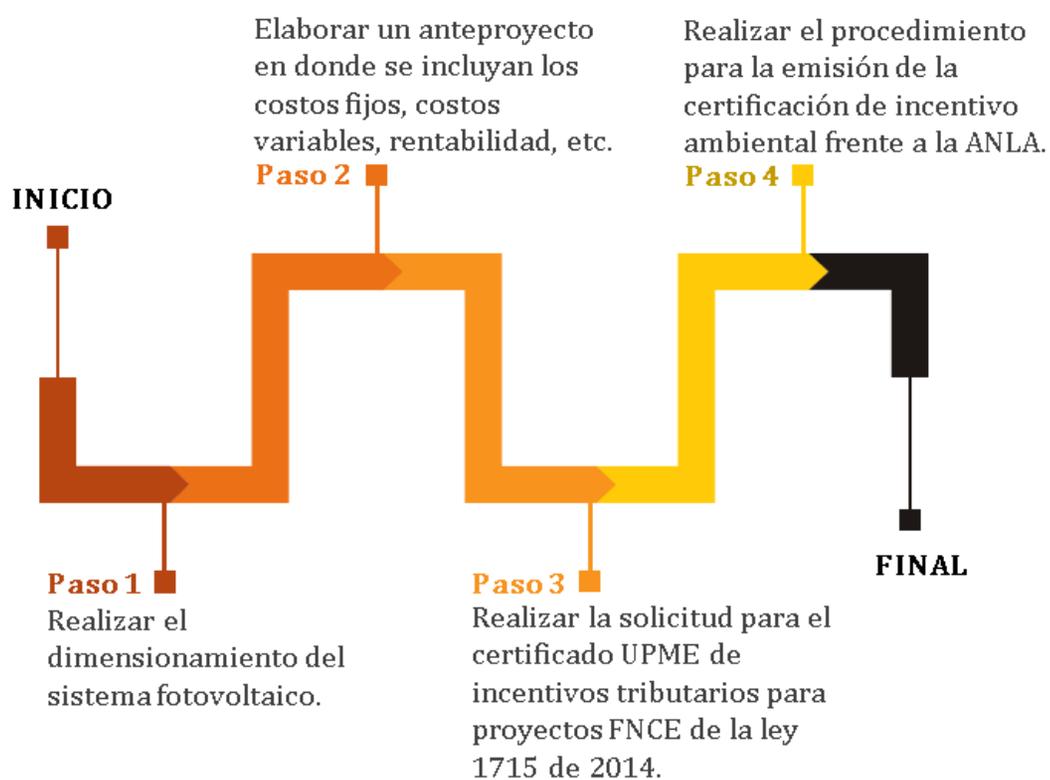
CONSIDERACIONES DE CARÁCTER TÉCNICO

- Determinar el consumo de energía actual
- Determinar la radiación solar de la zona.
- Validar la ubicación donde va a ser instalado el sistema, la cual debe tener una buena exposición solar y ser libre de objetos que bloqueen y produzcan sombras.
- Seleccionar el tipo de sistema a implementar (aislado o conectado a la red).
- Personal calificado para realizar el dimensionamiento y la instalación de los equipos, cableado e interconexiones necesarias.
- Realizar mantenimiento regular al sistema fotovoltaico.



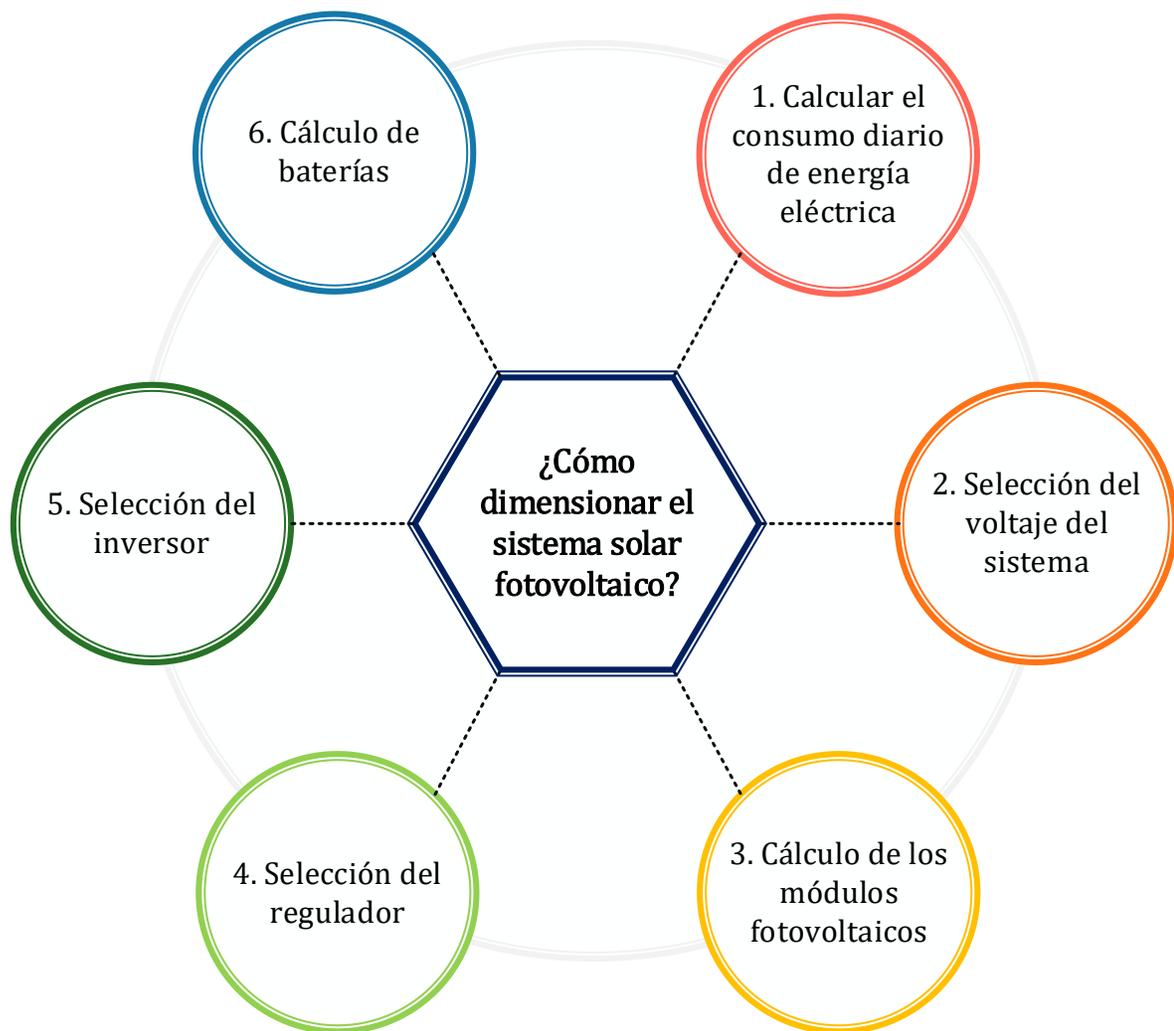
PROCESO PARA LA IMPLEMENTACIÓN

Para la implementación de un sistema de energía solar fotovoltaica, se propone seguir los siguientes pasos:





Dimensionamiento del Sistema Fotovoltaico



1. Calcular el consumo diario de energía eléctrica.

Para realizar el cálculo del consumo de energía diario, se presenta la siguiente tabla:

No.	Nombre del equipo	Número de equipos [Neq]	Potencia [W]	Horas de uso diario [h]	Energía necesaria [W x h x Neq]
1					
2					
:					
n					
Total					$\sum (W \times h \times N_{eq})$

Una vez se calcula el consumo diario de la instalación, se recomienda aplicar un factor de seguridad del 20% al valor obtenido.

2. Selección del voltaje del sistema

Criterios a tener en cuenta

- Consumo diario de 1 a 2000Wh, se recomienda implementar un sistema de 12V.
- Consumo diario de 2001 a 4500Wh, se recomienda implementar un sistema de 24V.
- Consumo diario de 4501 en adelante, se recomienda implementar un sistema de 48V.



3. Cálculo de los módulos fotovoltaicos

Para realizar el cálculo, se utilizan las siguientes expresiones:

Expresiones para calcular el número de módulos

- Potencia fotovoltaica generada = $\frac{\text{Consumo diario}}{\text{Hora solar pico}}$
- Número de módulos = $\frac{\text{Potencia fotovoltaica generada}}{\text{Potencia del panel}}$



Una vez se calcula el número de módulos, se procede a determinar el arreglo de paneles, con las siguientes expresiones:

Expresiones para determinar el arreglo de paneles



- Número de paneles en serie

$$N_s = \frac{\text{Tensión de trabajo del panel seleccionado}}{\text{Tensión nominal del panel seleccionado}}$$

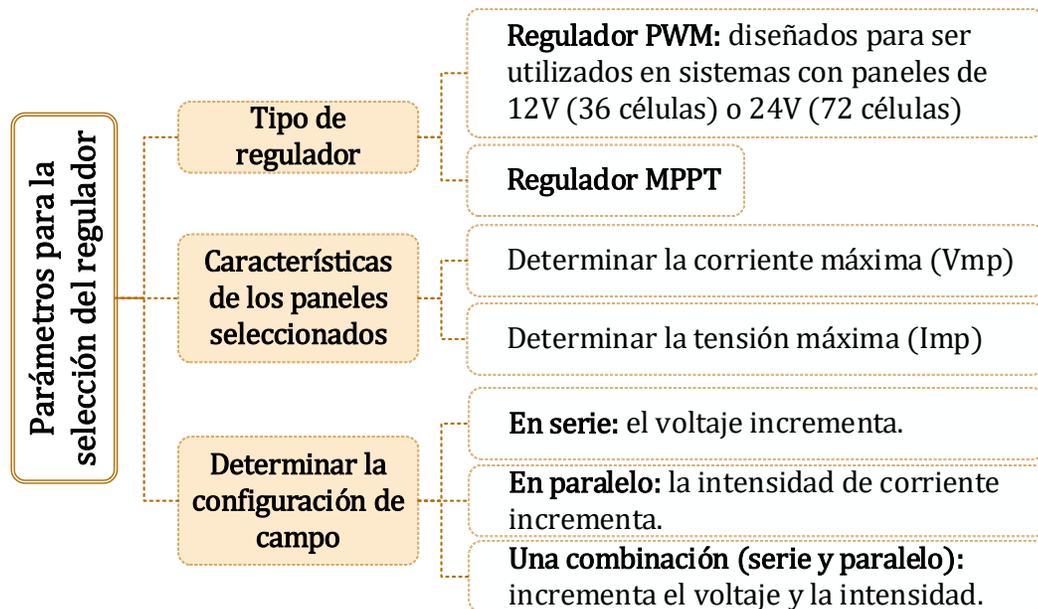
- Número de paneles en paralelo

$$N_p = \frac{\text{Potencia fotovoltaica generada}}{\text{Potencia del panel seleccionado} \times N_s}$$

4. Selección del regulador

El regulador es dimensionado para los sistemas aislados, ya que su función principal es controlar el estado de la carga de las baterías y regular su intensidad de carga.

Para su selección, es necesario tener en cuenta los siguientes parámetros:



Expresiones para la selección del regulador



- **Cálculo de la tensión del conjunto de placas solares:**
 - $V_{mp} \text{ sistema} = V_{mp}$ de un panel solar x N° paneles solares en serie
 - $V_{oc} \text{ sistema} = V_{oc}$ de un panel solar x N° paneles solares en serie

Donde,

 - V_{mp} , es el voltaje (tensión) en máxima potencia.
 - V_{oc} , es el voltaje (tensión) en circuito abierto.
- **Cálculo de la intensidad del conjunto de placas solares:**
 - $I_{mp} \text{ sistema} = I_{mp}$ de un panel solar x N° paneles solares en serie
 - $I_{sc} \text{ sistema} = I_{sc}$ de un panel solar x N° paneles solares en serie

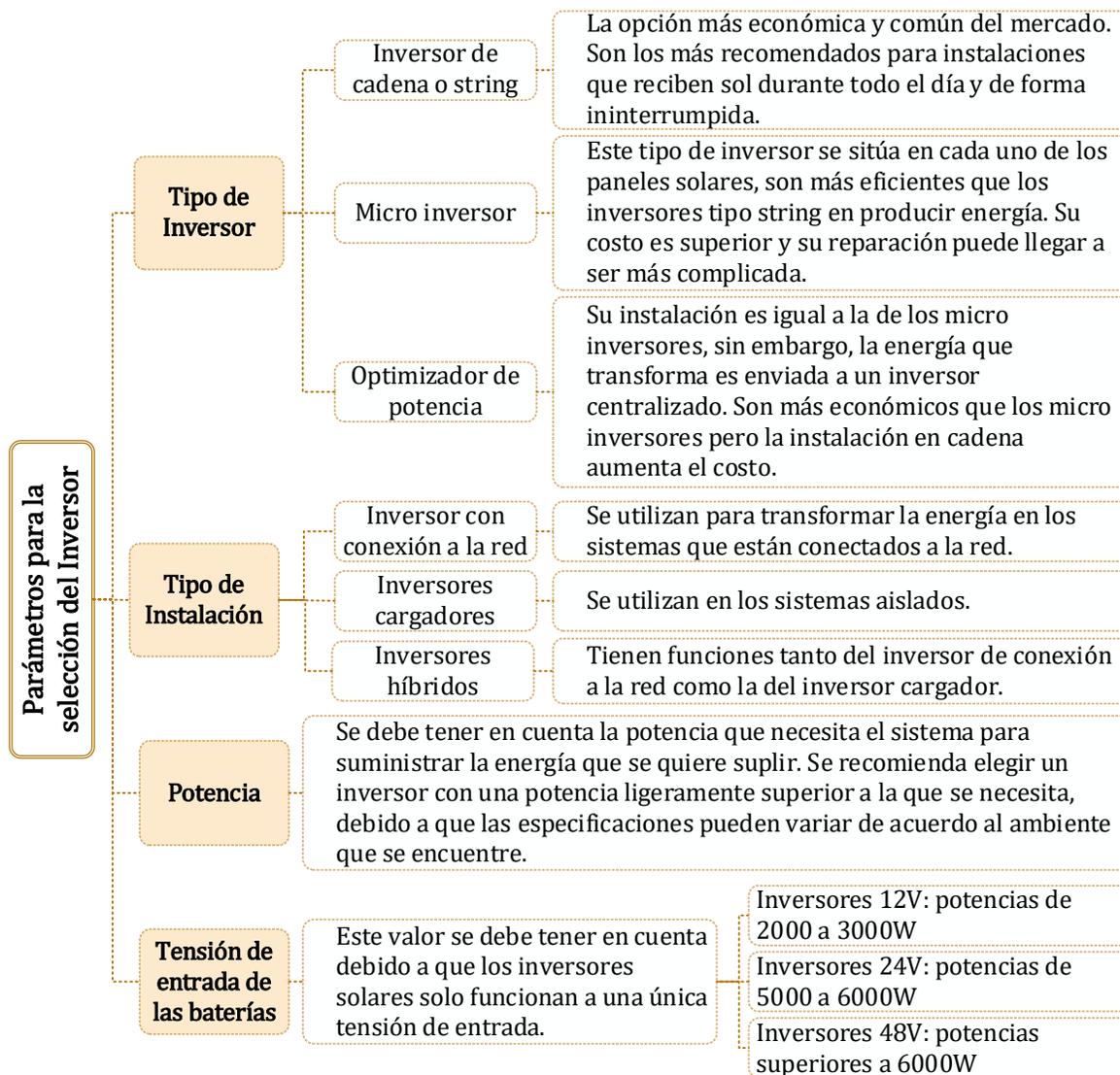
Donde,

 - I_{mp} , es la intensidad (corriente) en máxima potencia.
 - I_{sc} , es la intensidad (corriente) por corto circuito.

De acuerdo con los resultados obtenidos con las expresiones anteriores, se selecciona el modelo de regulador que más se ajuste a las necesidades del sistema.

5. Selección del inversor

Para seleccionar el inversor, se debe tener en cuenta lo siguiente:



6. Cálculo de baterías

Para realizar el cálculo, se utilizan las siguientes expresiones:

Expresiones para calcular el número de baterías

- $$\text{Capacidad requerida} = \frac{1.1 \times \text{Consumo diario} \times \text{Autonomía batería}}{\text{Profundidad de descarga batería} \times \text{Voltaje sistema}}$$
- $$\text{Número de baterías} = \frac{\text{Capacidad requerida}}{\text{Capacidad máxima de la batería}}$$



Tener en cuenta

Primero se debe configurar el número de baterías en serie para alcanzar el voltaje del sistema, es decir, si el sistema trabaja a 48V, y las baterías elegidas trabajan a 12V, se deben configurar 4 baterías en serie para alcanzar la tensión requerida del sistema. De acuerdo con esto, se aclara que la expresión para calcular el número de baterías, calcula el número de juegos de las baterías en serie, es decir, si **Número de baterías** = 10, y la cantidad de baterías en serie es 4, se tendrían 10 juegos de 4 baterías, para un total de 40 baterías.

PASO 2

Anteproyecto

Se recomienda realizar un anteproyecto en donde se incluyan los costos fijos, costos variables, la rentabilidad, la viabilidad económica del proyecto. Además, es importante que se realice una proyección sobre el crecimiento del proyecto, para determinar la inversión a realizar y prever una posible expansión.

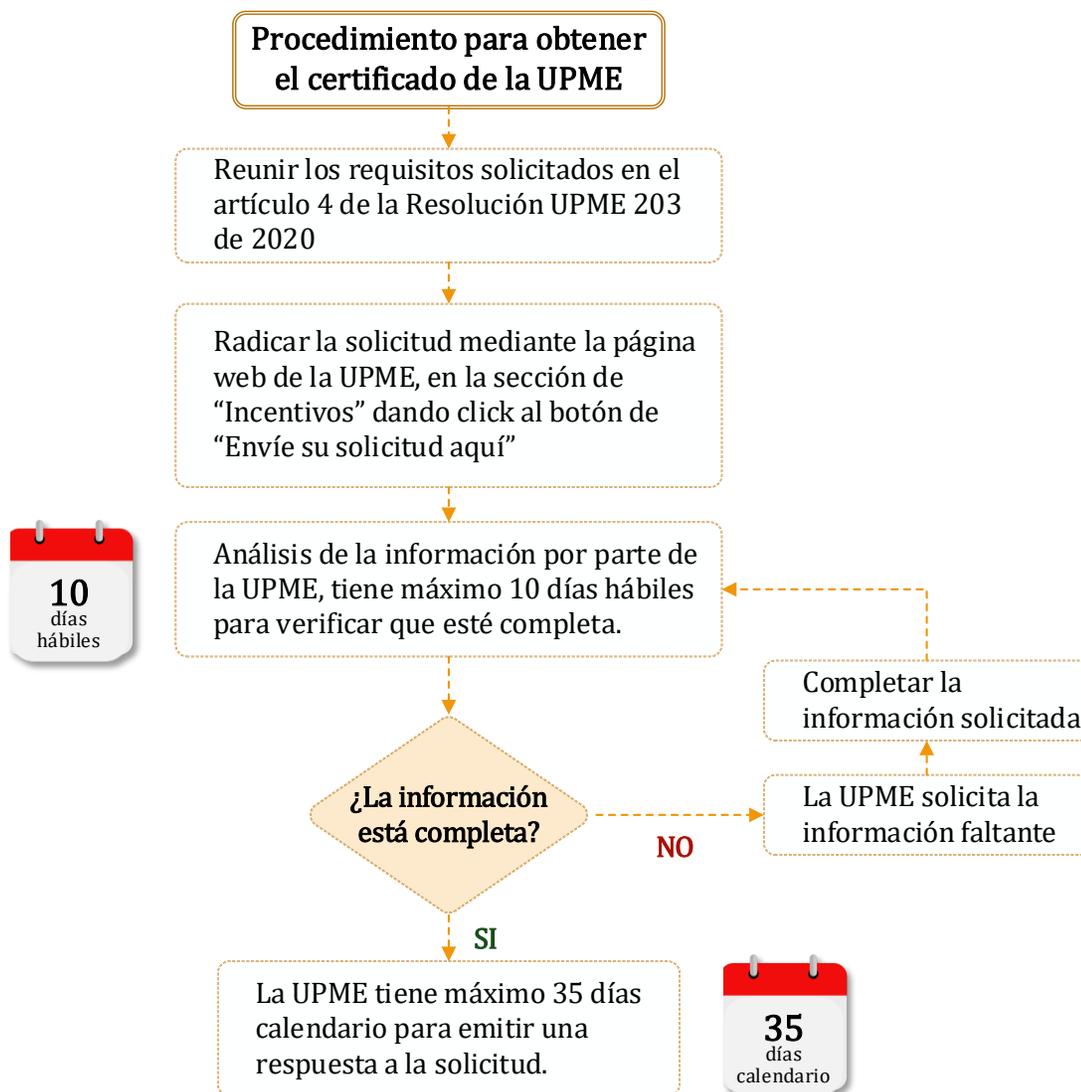
PASO 3

Certificación UPME de incentivos tributarios para proyectos FNCE

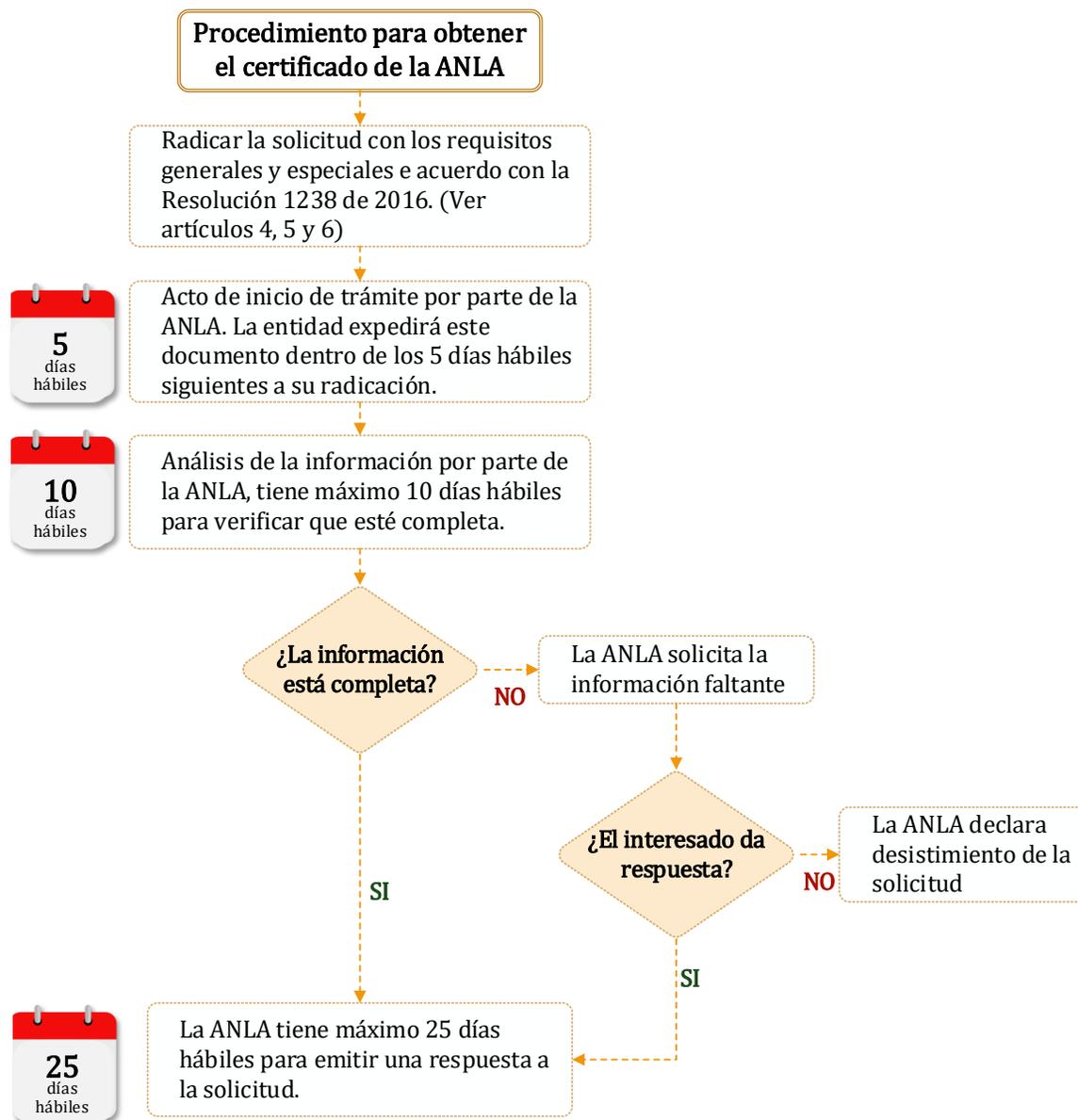
Requisitos para solicitar el certificado UPME



- Diligenciamiento de los 4 formatos, para lo cual se puede consultar la "Guía para el Diligenciamiento de Formatos - FNCE", en la cual se realiza la descripción de los lineamientos que se deben seguir para el diligenciamiento de los mismo, los cuales se encuentran disponibles en la página web de la UPME (<https://www1.upme.gov.co/Incentivos/Paginas/documentosfnce.aspx>).
- Entregar los catálogos o fichas técnicas de los equipos del proyecto y las normas técnicas con las cuales cumplen estos equipos.
- Entregar copia de las ofertas de servicio.
- Acreditar el pago de la tarifa establecida por la UPME.

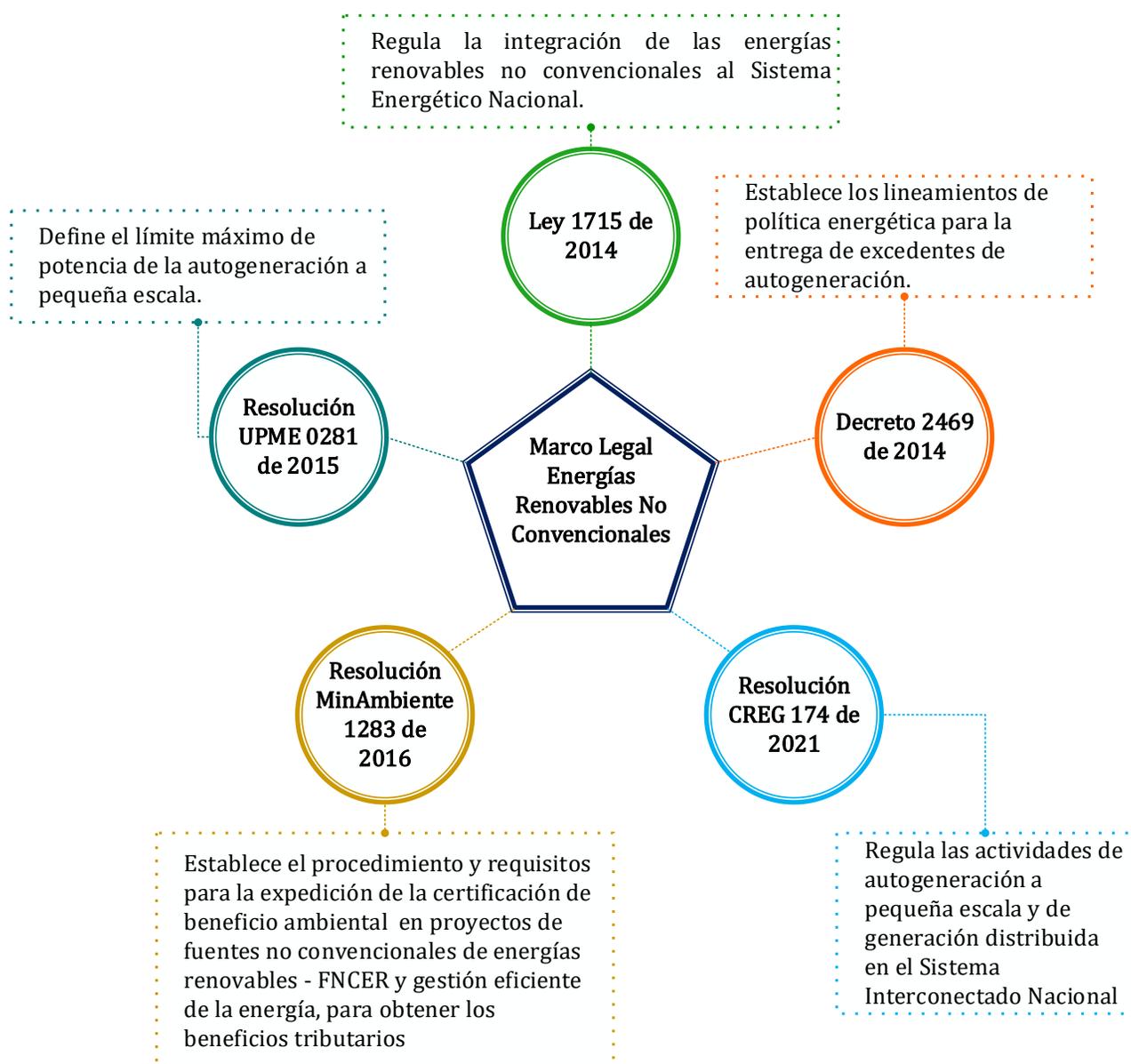


PASO 4 Certificación de incentivo ambiental frente a la ANLA



NORMATIVIDAD ASOCIADA A LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

El marco normativo que regula la implementación de energías renovables no convencionales y de sistemas de energía solar fotovoltaica en Colombia, se muestra a continuación:



Norma Técnica Colombiana (NTC) Sistema Solar Fotovoltaico

Código Eléctrico Colombiano	NTC 2050 Segunda Actualización	El artículo 690 hace referencia a los sistemas solares fotovoltaicos y presenta los requisitos y restricciones de la instalación de este tipo de sistemas.
Inversor o acondicionador de potencia	NTC 5759 de 2010	“Establece las pautas de medida de rendimiento de los acondicionadores de potencia usados en los sistemas fotovoltaicos aislados y en los conectados a la red eléctrica, donde la salida del acondicionador de potencia es una tensión de corriente alterna (C.A.)”
Regulador de carga	NTC 6016 de 2013	“Establece los requisitos mínimos del comportamiento y rendimiento de los controladores de carga de batería (CCB) utilizados con baterías de plomo-ácido en instalaciones fotovoltaicas (FV) terrestres.”
Baterías	NTC 5287 de 2009	“Proporciona información general relativa a los requisitos de las baterías que se utilizan en los sistemas de solares fotovoltaicos y de los métodos de ensayo típicos utilizados para verificar la eficiencia de las baterías.”
	NTC 1152 de 2017	“Normaliza las baterías eléctricas con respecto a las dimensiones, nomenclatura, configuración de los bornes, marcado, método de ensayo, desempeño típico, seguridad y aspectos medioambientales.”
Paneles fotovoltaicos	NTC 2883 de 2006	“Indica los requisitos para la calificación del diseño y aprobación del tipo de módulos fotovoltaicos para la aplicación terrestre y para una utilización de larga duración en climas moderados al aire libre.”
	NTC 5464 de 2010	“Establece los requisitos de la IEC para la calificación del diseño y la homologación de módulos fotovoltaicos de lámina delgada para uso terrestre y para una operación de larga duración en ambientes exteriores, como se define en la norma IEC 60721-2-1. ES.”
	NTC 5899-1 de 2011	“Establece los requisitos fundamentales de construcción para los módulos fotovoltaicos (FV) con el fin de proporcionar un funcionamiento eléctrico y mecánico seguro durante su tiempo esperado de vida.”
	NTC 5899-2 de 2011	“Establece los requisitos de ensayo para los módulos fotovoltaicos (FV) con el fin de proporcionar un funcionamiento eléctrico y mecánico seguro durante su tiempo de vida esperado.”
	NTC 5512 de 2013	“Describe secuencias de ensayo que son útiles para determinar la resistencia de diferentes módulos FV a la corrosión por niebla salina que contenga Cl.”

SISTEMA DE TECNOLOGÍA BIOFLOC

El sistema de tecnología biofloc utiliza los residuos orgánicos que se generan durante el cultivo, para el desarrollo de bacterias heterotróficas, las cuales se encargan de la depuración de la calidad del agua, utilizando compuestos nitrogenados que son potencialmente tóxicos para los peces, para la síntesis de proteínas y de la biomasa microbiana, la cual termina convirtiéndose en una fuente suplementaria de nutrición para los peces. Además, es considerado como una estrategia para el control de enfermedades debido a su potencial como probiótico, lo cual ayuda a estimular el sistema inmune de los animales y dado que el recambio de agua es mínimo, disminuye la posibilidad de la entrada de patógenos y enfermedades, garantizando la sanidad de la producción.

Este sistema se caracteriza por incrementar la densidad del cultivo, lo que quiere decir que permite una mayor producción de peces por unidad de área; disminuye la utilización de agua; y minimiza la utilización de espacio. Cabe aclarar que este sistema no acorta el tiempo de la producción del cultivo de peces.

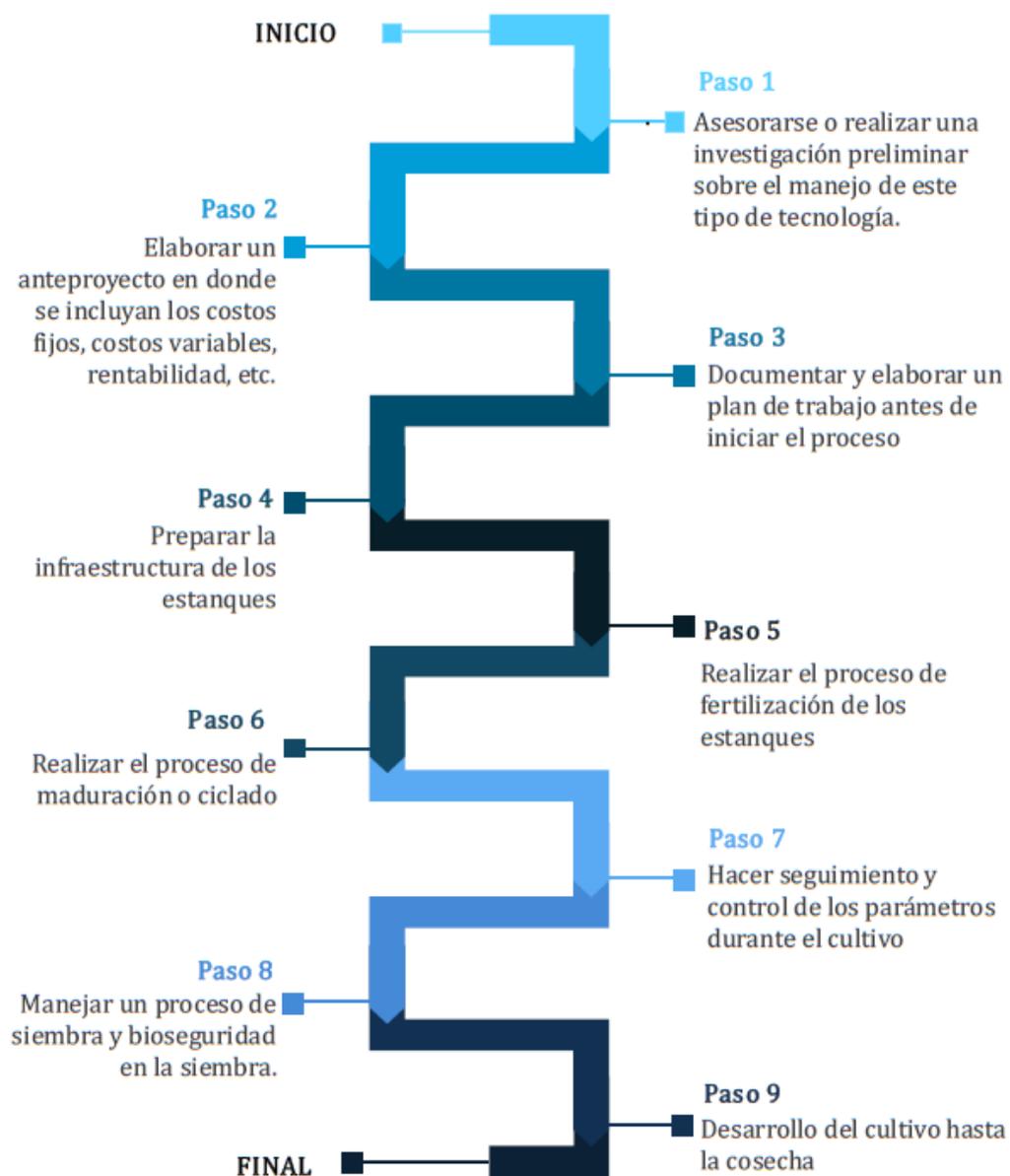
CONSIDERACIONES DE CARÁCTER TÉCNICO



- Disponibilidad de energía eléctrica 24/7.
- Alimentos e insumos necesarios para el desarrollo del sistema.
- Personal calificado, es decir, que tenga conocimiento sobre el manejo del BTF.
- Laboratorio de parámetros para poder realizar el control de los parámetros del agua diariamente.
- Manejo de sólidos y efluentes.
- Planta eléctrica de respaldo o de emergencia en caso de presentarse algún fallo en la red eléctrica, la cual debe ser capaz de suministrar la energía suficiente para mantener en funcionamiento los equipos de aireación.
- Sistema de suspensión y aireación, que sea capaz de suministrar la oxigenación requerida.

PROCESO PARA LA IMPLEMENTACIÓN

Para la implementación de un sistema de tecnología biofloc, se propone seguir los siguientes pasos:



PASO 4**Preparar infraestructura de los estanques**

Para preparar la infraestructura de los estanques, se recomienda que el fondo de estos sea cónico, en caso de ser circular, o buscar la manera de que los sólidos se sedimenten en un punto específico para que el desagüe se realice correctamente. Además, se debe seleccionar el equipo de aireación adecuado, que cubra la necesidad de oxígeno, tanto de las bacterias biofloc, como de la especie a cultivar, y que permita mantener los flóculos en constante suspensión para evitar las reacciones anaeróbicas.

Tener en cuenta

El modelo de aireación con mejor rendimiento es el modelo de splash, sin embargo, el otro modelo de aireación más utilizado es el blower, en el cual se debe usar 0.6 mL de manguera difusora por cada metro cuadrado de área del estanque para cubrir los requerimientos de oxígeno.



Splash



Blower

**PASO 5****Realizar el proceso de fertilización de los estanques**

Este proceso busca que el fitoplancton se desarrolle dentro del estanque, lo cual se puede realizar de manera orgánica con estiércol de animales como el de vaca o el de cerdo; o de manera inorgánica con fertilizantes como tripe 15, urea, etc. Cabe mencionar que en esta etapa es importante que se encienda la aireación 24/7 desde el primer día. Además, de manera opcional, se pueden añadir probióticos a partir del día 5, con el fin de mejorar algunas características del agua.

PASO 6**Realizar el proceso de maduración o ciclado**

Esta etapa inicia en el día 12 y busca motivar el proceso de crecimiento de las bacterias nitrificantes dentro del agua, para lo cual se debe adicionar todos los días alimento a razón de 13 gr/m³, también se debe empezar a controlar los parámetros del agua y la relación C:N, para lo cual es necesario adicionar una fuente de carbono como la melaza.

PASO 7**Hacer seguimiento y control de los parámetros**

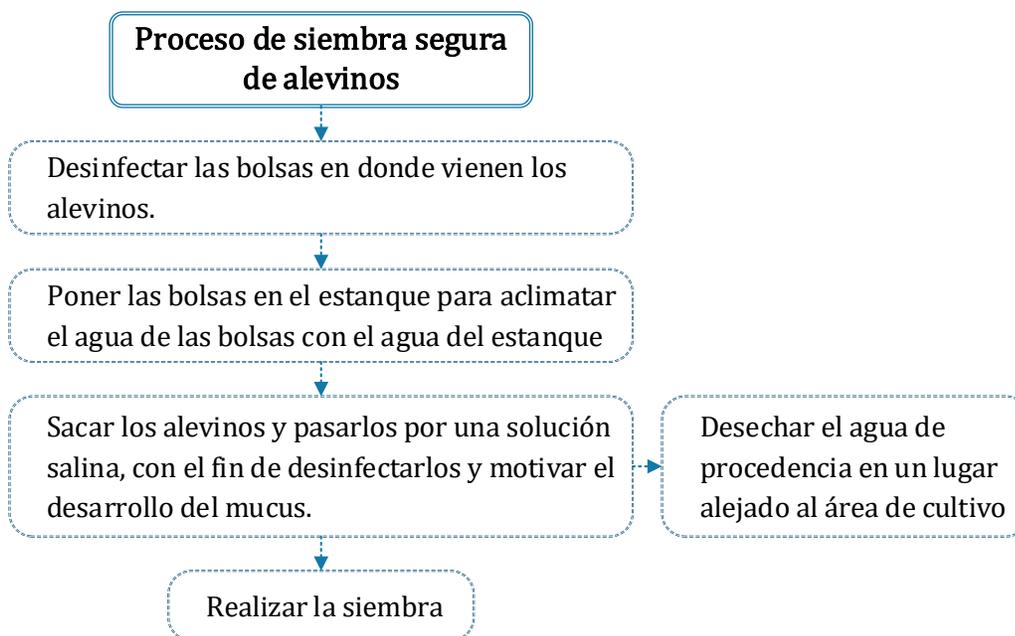
Se debe hacer el seguimiento y control de los parámetros al agua durante el cultivo, con el fin de mantenerlos dentro de los rangos permitidos y tener un cultivo saludable. La toma de los parámetros se realizan con equipos específicos, indicadores y ensayos.

Valores Ideales de los Parámetros en el BTF para un Cultivo de Tilapia

Parámetro	Valor Ideal
Oxígeno disuelto	Mayor a 5mg/L
Temperatura	28 a 30 °C
Alcalinidad	Mayor a 100 mg/L CaCO ₃
Amonio no ionizado NH ₃	Menor a 0.24
pH	7 a 8.6
Nitritos	Menor a 1.64
Sólidos sedimentables	25 - 50 ml/L
Calidad del floc	Buena calidad, se puede verificar vía microscopio o medida indirecta (cono Imhoff, presencia de nitrificación, consumo de amonio y alcalinidad)

PASO 8**Manejar un proceso de siembra y bioseguridad en la siembra**

El proceso de siembra se inicia entre los días 40 a 45, y se puede realizar siempre y cuando los parámetros de agua se encuentren dentro del rango correcto, además, es necesario que el agua tenga espuma.

**PASO 9****Desarrollo del cultivo hasta la fecha**

En esta etapa es importante suministrar el alimento necesario para el desarrollo de los peces; controlar y monitorear los parámetros del agua constantemente; realizar biometrías, para verificar el tamaño de los peces; y mantener la relación C:N dentro del rango ideal.

NORMATIVIDAD ASOCIADA A LA PRODUCCIÓN ACUÍCOLA

Hasta la fecha, Colombia no tiene ningún tipo de requerimiento legal para la implementación de la tecnología biofloc en la acuicultura, sin embargo, el marco normativo que regula el desarrollo e implementación de la acuicultura, se muestra a continuación:

Norma	Descripción
Ley 101 de 1993	Ley general de Desarrollo Agropecuario y Pesquero, normativa que desarrolla los artículos 64, 65 y 66 de la Constitución Nacional.
Resolución 461 de 1995	Establecen los requisitos para el cultivo de mojarra roja y plateada en ambientes naturales o artificiales controlados.
Resolución 1056 de 1996	Se dictan disposiciones sobre el control técnico de los insumos pecuarios.
Resolución 599 de 1998	Se adopta el formulario único para solicitud, modificación y renovación del Registro Sanitario para los productos alimenticios.
Resolución 730 de 1998	Se adopta el sistema de análisis de riesgos y puntos críticos de control HACCP en los productos pequeros y acuícolas.
Decreto 612 de 2000	Se reglamenta el régimen de registros sanitarios automáticos o inmediatos que aplica para todos los productos sobre los que ejerce control el INVIMA.
Decreto 60 de 2002	Se promueve la aplicación del Sistema de Análisis de Riesgos y Puntos de control Crítico HACCP en las fábricas de alimentos y se reglamenta el proceso de certificación.
Acuerdo 00005 de 2003	Establece que el ICA reasume la expedición de documentos zoosanitarios para la importación y exportación de peces.
Resolución AUNAP 601 de 2012	Establece los requisitos y procedimientos para el otorgamiento de los permisos y patentes relacionados con el ejercicio de la actividad pesquera y acuícola.
Resolución AUNAP 1193 de 2014	Se racionalizan unos trámites, señalando los requisitos para el permiso de cultivo para el ejercicio de la acuicultura de recursos limitados.
Resolución AUNAP 1352 de 2016	Establece la clasificación de los acuicultores comerciales en Colombia de acuerdo con la actividad, el sistema y el volumen de producción.
Resolución ICA 064 de 2016	Establece los requisitos para obtener el Registro Pecuario de los Establecimientos de Acuicultura ante el ICA.
Resolución ICA 20186 de 2016	Establece las condiciones sanitarias y de bioseguridad en la producción primaria de animales acuáticos, para obtener el certificado como Establecimiento de Acuicultura Bioseguro
Resolución AUNAP 2879 de 2017	Establece los requisitos que deben cumplir los establecimientos dedicados a la acuicultura en el país para minimizar los riesgos de escape de especímenes a cuerpos de agua naturales o artificiales.

Para formalizar un proyecto de producción piscícola, es necesario que el productor cuente con los documentos legales del predio en lo que refiere al certificado de tradición y libertad y al certificado de uso de suelo expedido por el municipio, el cual debe validar que el desarrollo de la actividad de piscicultura está permitido en el predio en donde se encuentra ubicado el proyecto. Una vez se cuenta con esta documentación, se procede a realizar los trámites de concesión de agua, permiso de vertimientos, permiso de ocupación de cauce (cuando aplique), el permiso de aprovechamiento forestal, permiso de cultivo ante la AUNAP y por último el registro pecuario como establecimiento de acuicultura ante el ICA.

Para mayor información, visitar la página web de Fedecua (<https://fedecua.org/page/eduaqua>), en la cual se presenta más detalladamente los procesos a seguir de los trámites anteriormente expuestos.

